Informația o istorie' o teorie, o revărsare

James Gleick

Informația

o istorie, o teorie, o revărsare

Traducere din engleză de
Dan Crăciun

PUBLICA

The original title of this book is:
The Information: *A History*, *A Theory*, *A Flood*, by James Gleick
Copyright © 2011 by James Gleick.

All rights reservEditura Published in the United States by Pantheon Books, a division of Random House, *Inc.*, New York şi in Canada by Random House of Canada Limited, Toronto
© Publica, 2012, pentru ediţia în limba română
ISBN 978-973-1931-91-3
Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
GLEICK,JAMES
Informaţia: o istorie, o teorie, o revărsare / James Gleick; trad.: Dan Crăciun. - Bucureşti: Publica, 2012
ISBN 978-973-1931-91-3
I. Crăciun, Dan (trad.)
5
EDITORI:
Cătălin Muram
Silviu Dragomir
REDACTOR:
Dom Someşan
DTP:
Florin Teodom
DIRECTOR EXECUTIV:
Bogdan Ungureanu
DESIGN:
Alexe Popescu
CORECTURĂ:
George Chiriţă
Silvia Dumitrache
PENTRU CYNTHIA

Oricum, acele bilete, cele vechi, nu-ţi spuneau unde *mergeai*, încă şi mai puţin de unde veneai. Nu-şi amintea să fi văzut niciun fel de date pe ele şi, cu siguranţă, nu era nicio menţiune privind ora. Totul era diferit acum, fireşte.

Toate aceste informaţii. Archie s-a minunat de ce era aşa.

- Zadie Smith

Ceea ce numim trecut este construit din biţi.

- John Archibald Wheeler

Cuprins

Prolog 3
1. Tobe care vorbesc 25
2. Statornicia cuvântului 45
3. Două dicţionare 75
4. A răspândi puterile gândului într-o maşinărie 109
5. Un sistem nervos pentru pământ 167
6. Fire noi, logică nouă 219
7. Teoria informaţiei 263
8. Cotitura informatică 299
9. Entropia şi demonii săi 343
10. Codul propriu al vieţii 365
11. în bazinul memelor 393
12. Sensul accidentalităţii 411
13. Informaţia este fizică 451
14. După potop 475
15. Ştiri proaspete în fiecare zi 509
Epilog 527
Mulţumiri 545
Note 547
Bibliografie 611

Prolog

Problema fundamentală a comunicării este aceea de a reproduce într-un punct fie cu exactitate, fie cu aproximaţie un mesaj selectat într-un alt punct.

Frecvent mesajul are sens.

- Claude Shannon (1948)

După 1948, care a fost anul crucial, lumea a crezut că poate să priceapă scopul clar care a inspirat opera lui Claude Shannon, dar era o imagine retrospectivă. El l-a văzutîntr-un mod diferit: *Mintea mea hoinăreşte fără ţintă şi gândesc diferite lucruri zi şi noapte*. *Ca un scriitor de science-fiction*, *mă gândesc*, "*Ce-ar fi dacă ar fi aşa*?".*1*

După cum s-au petrecut lucrurile, în 1948, Bell Telephone Laboratories au anunţat invenţia unui semiconductor electronic minuscul, "un dispozitiv uimitor de simplu", care putea realiza, mai eficient, tot ceea ce putea să facă un tub

cu vid. Era o aşchie cristalină, atât de mică încât într-o palmă ar fi încăput o sută. In luna mai, savanţii au format un comitet care să-i dea un nume, iar comitetul a transmis inginerilor-şefi din Murray Hill, New Jersey, bileţele cu câteva opţiuni: *triodă semiconductoare*.. .*iotatron*..*tranzistor* (un hibrid de *varistor* şi *transconductanţă*). *Tranzistor* a ieşit victorios. “Poate avea semnificaţie cu bătaie lungă în electronică şi în comunicaţia electrică”, au declarat cei de la Bell Labs într-un comunicat de presă şi, măcar de această dată, realitatea a depăşit exagerarea publicitară. Tranzistorul a declanşat revoluţia în electronică, orientând tehnologia pe calea miniaturizării şi a ubicuităţii şi, în scurt timp, le-a adus celor trei inventatori principali premiul Nobel. Pentru laborator, era bijuteria coroanei. Insă a ocupat doar locul secund printre cele mai semnificative progrese din acel an. Tranzistorul nu era decât hardware.

O invenţie mai profundă şi fundamentală a apărut într-o monografie, întinsă pe şaptezeci şi nouă de pagini, din *The Bell System Technical Journal*, din iulie şi octombrie. Nimeni nu s-a deranjat să dea un comunicat de presă. Purta un titlu deopotrivă simplu şi grandios - “O teorie matematică a comunicării” -, iar mesajul era greu de rezumat. Dar era un punct de sprijin în jurul căruia lumea a început să se învârtească. La fel ca şi tranzistorul, acest progres implica, de asemenea, un neologism: cuvântul *bit*, ales, în acest cazz nu de către un comitet, ci de către singuraticul autor, un bărbat de treizeci şi doi de ani, pe nume Claude Shannon.2 Bitul stătea alături de inch, livră, litru şi minut ca o cantitate determinată - o unitate de măsură fundamentală.

Măsură a ce? “O unitate de măsură a informaţiei”, a scris Shannon, ca şi cum ar fi existat un astfel de lucru, măsurabil şi cuantificabil, precum informaţia.

Formal, Shannon făcea parte din grupul de cercetări matematice din cadrul Bell Labs, dar, în cea mai mare parte,

lucra de unul singur. Când grupul a părăsit sediul central din New York pentru a se muta într-un local strălucitor în suburbiile din New Jersey, el a rămas pe loc, hălăduind într-un colţişor liniştit din clădirea veche, o măgăoaie de douăsprezece etaje din cărămidă roşie de pe West Street, spatele clădirii dând spre Hudson River, iar faţada fiind întoarsă către marginea cartierului Greenwich Village. Nu-i plăcea să facă naveta şi agrea centrul oraşului, unde putea să asculte clarinetişti de jazz în cluburi de noapte. Flirta timid cu o tânără ce lucra în grupul de cercetări asupra microundelor de la Bell Labs, ce-şi avea sediul în cele două etaje ale fostei fabrici Nabisco, de peste drum.3 Lumea îl considera un tânăr isteţ. Proaspăt absolvent al MIT, se adâncise în activitatea cu destinaţie militară a laboratorului, realizând mai întâi un dispozitiv de control automat al focului pentru tunuri antiaeriene, concentrându-se apoi asupra fundamentelor teoretice ale comunicării secrete - criptografia - şi punând la punct un test matematic de securitate pentru aşa-numitul Sistem X, linia telefonică de urgenţă dintre Winston Churchill şi preşedintele Roosevelt. Astfel că, acum, managerii săi erau dispuşi să-l lase în pace, chiar dacă nu înţelegeau exact la ce anume lucra.

La jumătatea secolului, AT&T nu pretindea rezultate imediate din partea departamentului de cercetare. Permitea ocoluri prin matematică şi astrofizică, fără niciun evident scop comercial. Oricum, foarte mult din ştiinţa modernă contribuia direct sau indirect la atingerea ţelurilor companiei, care era vastă, monopolistă şi aproape atotcuprinzătoare. Şi totuşi, cât de mare ar fi fost, obiectul principal de activitate al companiei de telefonie nu se afla în centrul atenţiei. In 1948, peste 125 de milioane de convorbiri treceau zilnic prin cele 138 de milioane de mile de cabluri şi prin cele 31 de milioane de aparate telefonice ale Bell System. Biroul de recensământ încadra aceste date în rubrica intitulată “Comunicaţiile în Statele Unite”, însă ele erau nişte măsuri grosiere ale comunicării. Biroul

menţiona, de asemenea, câteva mii de staţii de emisie radio şi câteva zeci de posturi TV, laolaltă cu ziare, cărţi, broşuri şi expediţii poştale.4 Poşta ţinea evidenţa scrisorilor şi a coletelor, însă se măsura, exact, ceea ce transporta Bell System, în ce unităţi de măsură? Nu în *convorbiri*, desigur; nici în *cuvinte*, nici, în mod cert, în *caractere grafice*. Poate că nu era decât electricitate. Inginerii companiei erau specializaţi în inginerie electrică.

Oricine înţelegea că electricitatea servea drept surogat al sunetului, sunetul vocii umane, vibraţii de aer ce intrau în microfonul telefonului şi erau convertite în unde electrice. Această conversiune era esenţa progresului telefonului faţă de telegraf - tehnologia precedentă, ce părea deja atât de bizară. Telegrafia se întemeia pe un gen diferit de conversiune: un cod de puncte şi linii, ce nu se baza câtuşi de puţin pe sunete, ci pe alfabetul scris, care era, în fond, la rândul său un cod. într-adevăr, privind chestiunea mai îndeaproape, se putea observa un lanţ de abstractizări şi conversiuni: punctele şi liniile reprezentând literele alfabetului; literele reprezentând sunete, combinarea lor formând cuvinte; cuvintele reprezentând un substrat ultim de semnificaţie, cel mai bine, poate, de lăsat în seama filosofilor.

Bell System nu avea nimic din toate acestea, însă compania angajase primul ei matematician în 1897: George Campbell, un ins din Minnesota, care studiase la Göttingen şi la Viena. El s-a confruntat imediat cu o problemă paralizantă a transmisiei telefonice timpurii. Semnalele erau alterate pe măsură ce treceau de-a lungul circuitelor: cu cât mai mare distanţa, cu atât mai severă distorsiunea. Soluţia lui Campbell a fost în parte matematică şi în parte inginerie electrică.5 Angajatorii lui s-au obişnuit să nu-şi bată capul cu această distincţie. Shannon însuşi, pe când era student, nu s-a putut decide niciodată pe deplin dacă ar trebui să devină inginer sau matematician. Pentru Bell Labs, a fost, vrând-nevrând, şi una şi alta, priceput la circuite si

relee, însă era cel mai fericit într-un domeniu de abstracţie simbolică. Majoritatea inginerilor de comunicaţii şi-au concentrat expertiza asupra problemelor fizice, amplificare şi modulare, distorsiune de fază şi degradarea raportului semnal-zgomot. Lui Shannon îi plăceau jocurile şi ghicitorile. Il fermecau codurile secrete, de pe vremea când, copil fiind, îl citea pe Edgar Allan Poe. Aduna firicele de aţă ca o coţofană.

In primul an ca cercetător asistent la MIT, a lucrat la un proto-computer de o sută de tone, analizatorul diferenţial al lui Vannevar Bush, care putea să rezolve ecuaţii cu ajutorul unor imense angrenaje, axe şi roţi dinţate. La douăzeci şi doi de ani, a scris o disertaţie care aplica o idee din secolul al XIX-lea, algebra logică a lui George Boole, în proiectarea circuitelor electrice. (Logica şi electricitatea - o stranie combinaţie.) Mai târziu, a lucrat cu matematicianul şi logicianul Hermann Weyl, care l-a învăţat ce este o teorie: “Teoriile permit conştiinţei să «sară peste propria ei umbră», să lase în urmă datul, să reprezinte transcendentul dar, după cum este de la sine evident, numai în simboluri”.6

In 1943, matematicianul şi spărgătorul de coduri englez Alan Turing a vizitat Bell Labs într-o misiune criptografică şi s-a întânit de câteva ori cu Shannon la masa de prânz, când au făcut schimb de speculaţii privind viitorul maşinilor de gândire artificială. (“Shannon vrea să introducă într-un Creier nu numai *date*, ci elemente culturale!”, a exclamat Turing. “Vrea să cânte şi muzică la el!”7) Shannon s-a intersectat şi cu Norbert Wiener, care îi fusese profesor la MIT şi care, în 1948, a propus o nouă disciplină, numită “cibernetică”, studiul comunicaţiei şi al controlului. Intre timp, Shannon a început să acorde o atenţie specială semnalelor de televiziune, dintr-un punct de vedere deosebit: întrebându-se dacă nu cumva conţinutul lor ar putea fi compactat sau comprimat, pentru a permite o transmisie mai rapidă. Logica şi circuitele s-au încrucişat

pentru a crea un lucru nou, hibrid: la fel s-a întâmplat cu codurile şi cu genele. In felul lui solitar, căutând un cadru în care să se conecteze numeroasele sale fire, Shannon a început să contureze o teorie a informaţiei.

Materia primă se afla peste tot, sclipind şi bâzâind în peisajul începutului de secol XX, scrisori şi mesaje, sunete şi imagini, ştiri şi instrucţiuni, cifre şi fapte, semnale şi semne: o amestecătură de specii înrudite. Erau în mişcare, prin poştă, pe fir sau pe unde electromagnetice. Dar niciun cuvânt nu denumea tot acest material. “Din când în când”, îi scria Shannon lui Vannevar Bush de la MIT, în 1939, “am lucrat la o analiză a unora dintre proprietăţile fundamentale ale sistemelor generale de transmisie a inteligenţei”.8 *Intelligence*: acesta era un termen flexibil, foarte vechi. “Acum folosit ca un cuvânt elegant”, scria Sir Thomas Elyot în secolul al XVI-lea, “acolo unde există tratate sau schimburi reciproce, fie prin scrisori, fie prin mesaje”.9 A căpătat, totuşi, şi alte înţelesuri. Câţiva ingineri, îndeosebi aceia din laboratoarele de telefonie, au început să vorbească despre *informaţie*. Ei foloseau cuvântul astfel încât să sugereze ceva tehnic: cantitate de informaţie sau măsură a informaţiei. Shannon a adoptat această întrebuinţare a termenului.

In scopuri ştiinţifice, *informaţia* trebuia să însemne ceva aparte. Trei secole mai devreme, noua disciplină a fizicii nu s-a putut dezvolta până când Isaac Newton nu şi-a însuşit nişte cuvinte vechi şi confuze - *forţă*, *masă*, *mişcare* şi chiar *timp* - şi le-a atribuit semnificaţii noi. Newton a făcut din aceşti termeni, cantităţi potrivite pentru a fi folosite în formule matematice. Până atunci, *mişcarea* (de exemplu) fusese un termen la fel de maleabil şi de cuprinzător ca şi *informaţia*. Pentru aristotelici, mişcarea acoperea o largă familie de fenomene: coacerea unei piersici, căderea unei pietre, creşterea unui copil, descompunerea unui trup. Era prea bogat. Trebuia ca majoritatea formelor de mişcare să fie date la o parte până când legile lui Newton

* *Intelligence*, utilizat în context cu sensul particular de informaţie, ştire, veste - aşa cum, în limba engleză, activitatea Serviciilor Secrete de Informaţii se numeşte “intelligence” Ulterior, este introdus termenul *information*, având acelaşi sens ca şi termenul românesc de informaţie (n.t.).

să poată fi aplicate şi Revoluţia Ştiinţifică să aibă succes. In secolul al XIX-lea, *energia* a început să sufere o transformare similară: filosofii naturalişti au adaptat un cuvânt cu înţelesul de vigoare sau intensitate. L-au matematizat, dând energiei locul său fundamental în viziunea fizicienilor asupra naturii.

La fel şi cu informaţia. A fost necesar un rit de purificare.

Şi apoi, când a fost simplificată, distilată, măsurată în biţi, s-a văzut că informaţia se găsea pretutindeni. Teoria lui Shannon a aruncat o punte între informaţie şi incertitudine; între informaţie şi entropie; şi între informaţie şi haos. Ea a condus la compact-discuri şi faxuri, computere şi ciberspaţiu, legea lui Moore şi toate Aleile Silicon din lume.[1] Procesarea informaţiei se născuse odată cu stocarea şi selecţia informaţiei. Lumea a început să vorbească despre o succesoare a Epocii Fierului şi a Epocii Aburului. “Omul culegător de hrană reapare transformat în culegător de informaţii”10, remarca Marshall McLuhan în 1967.[2] El a scris cele de mai sus cu o clipă prea devreme, la primul răsărit al calculului automat şi al ciberspaţiului.

Vedem acum că informaţia este ceea ce pune lumea noastră în mişcare: sângele şi combustibilul, principiul vital. Ea abundă în ştiinţe, de sus până jos, transformând fiecare

1 Joc de cuvinte greu traductibil: Gleick scrie „all the world's Silicon Alleys", cu adresă evidentă la celebrul Silicon Valley din California, o zonă în care s-au concentrat foarte multe mici, dar extrem de creative companii de IT, cu rol adesea revoluționar în dezvoltarea informaticii (n.t.).

2 Și adăuga sec: „în acest rol, omul electronic nu e mai puțin nomad decât strămoșii săi din Paleolitic" (n.a.).

ramură a cunoaşterii. Teoria informaţiei a început ca o punte dinspre matematică spre ingineria electrică şi de la aceasta către calculul automat. Ceea ce vorbitorii de limbă engleză numesc “computer science” le este cunoscut europenilor drept *informatique*, *informatica* şi *Informatik*. Acum chiar şi biologia a devenit o ştiinţă a informaţiei, o chestiune de mesaje, instrucţiuni şi coduri. Genele încapsulează informaţie şi fac posibile procedee de copiere şi de ştergere a ei. Viaţa se răspândeşte prin conectare de reţele. Corpul însuşi este un procesator de informaţie. Memoria rezidă nu numai în creieri[3], ci în fiecare celulă. Nu-i de mirare că genetica a înflorit odată cu teoria informaţiei. ADN-ul este molecula de informaţii chintesenţiale, cel mai avansat procesor de mesaje la nivel celular - un alfabet şi un cod, 6 miliarde de biţi pentru formarea unei fiinţe umane. “Ceea ce se află în inima fiecărei vieţuitoare nu este un foc, nici o suflare caldă, nu o «scânteie de viaţă»“, declară teoreticianul evoluţionist Richard Dawkins. “Este informaţie, sunt cuvinte, instrucţiuni... . Dacă doriţi să înţelegeți viaţa, nu vă gândiţi la unsori şi la mâluri vibrante, palpitânde, gândiţi-vă la tehnologia informaţiei.”11 Celulele unui organism sunt noduri într-o bogat întreţesută reţea de comunicaţii, care transmit şi recepţionează, codifică şi decodifică. Evoluţia însăşi întruchipează un schimb constant de informaţii între organism şi mediu.

3 Pluralul substantivului creier creează oarecare derută. Conform DEX și DOOM, avem două forme corecte: 1. ca substantiv de gen masculin, cu semnificația de organ corporal, parte a sistemului nervos, „creier" are pluralul „creieri"; ca substantiv de gen neutru, referindu-se la persoane inteligente, conducători, elite culturale sau calculatoare electronice, „creier" are pluralul „creiere". în acest sens vorbim despre „exodul creierelor", „creierele națiunii" sau „creiere electronice". Se pare că pluralul „creieri" este mai arhaic; dovadă firescul unor expresii precum „în creierii munților" sau „și-a zburat creierii". Pe parcursul acestei traduceri vom utiliza, în funcție de context, ambele forme de plural (n.t.).

“Ciclul informaţiei devine unitatea de viaţă”, spune Wemer Loewenstein după treizeci de ani dedicaţi studiului comunicării intercelulare. El ne reaminteşte că *informaţia* înseamnă acum ceva mai profund: “Ea indică un principiu cosmic de organizare şi ordine şi ne furnizează o măsură exactă a sa”.12 Gena are, şi ea, analogul său cultural: mema. In evoluţia culturală, o memă este un replicator şi un propagator - o idee, o modă, un lanţ de scrisori[4] sau o teorie a conspiraţiei. Intr-o zi nefastă, o memă este un virus.

Economia se recunoaşte a fi o ştiinţă a informaţiei, acum că banii închid un arc progresiv de la materie către biţi, stocaţi în memoria computerului şi în benzi magnetice, finanţele mondiale curgând prin sistemul nervos global. Chiar şi atunci când banii păreau a fi o comoară materială, atârnând greu în buzunare, în pântecele corăbiilor sau în seifurile băncilor, ei au fost întotdeauna informaţie. Monede şi bancnote, şekeli şi cochilii de melci, toate au fost numai nişte tehnologii de scurtă durată pentru a păstra informaţii despre cine ce posedă.

Şi atomii? Materia posedă propriul ei sistem monetar, iar ştiinţa cea mai tare dintre toate, fizica, părea să fi ajuns la maturitate. Dar fizica, de asemenea, este asaltată din flanc de un nou model intelectual. In anii de după cel de-al Doilea Război Mondial, apogeul fizicienilor, marile noutăţi din ştiinţă s-au dovedit a fi diviziunea atomului şi controlul energiei nucleare. Teoreticienii şi-au concentrat prestigiul şi resursele în căutarea particulelor fundamentale şi a legilor ce guvernează interacţiunea lor, construcţia de acceleratoare gigantice şi descoperirea quarcilor şi

4 în original: chain letter - o scrisoare trimisă în multe exemplare, cu speranța că destinatarii o vor expedia, la rândul lor, altora ș.a.m.d. în ceea ce privește originea și sensul termenului „memă", inventat de către biologul evoluționist de la Oxford, Richard Dawkins, cititorul va găsi precizări detaliate în Capitolul 11 - „în bazinul memelor" (n.t.).

gluonilor.[5] Faţă de această întreprindere exaltată, treaba cercetării în domeniul comunicaţiilor nu putea să pară mai îndepărtată. La Bell Labs, Claude Shannon nu se gândea la fizică. Fizicienii particulelor nu aveau nevoie de biţi.

Şi apoi, dintr-odată, au avut. Din ce în ce mai mult, fizicienii şi teoreticienii informaţiei sunt tot una. Bitul este o particulă elementară de un gen diferit: nu doar minusculă, ci şi abstractă - o cifră binară, un flip-flop, un da-sau-nu. Este nesubstanţială, şi totuşi, pe măsură ce savanţii au ajuns, în cele din urmă, să înţeleagă informaţia, ei se întreabă dacă nu poate fi elementară: mai fundamentală decât materia însăşi. Ei sugerează că bitul este nucleul ireductibil şi că informaţia formează chiar miezul existenţei. Făcând legătura între fizica secolului XX şi cea din secolul al XXI-lea, John Archibald Wheeler, ultimul colaborator încă în viaţă al lui Einstein şi Bohr, exprimă acest manifest în monosilabice oraculare: “It from Bit” [6] Informaţia dă naştere

5 Quarci - particule elementare ce intră în compoziția protonilor și a neutronilor, componentele nucleului atomic; gluoni - particule elementare ce se schimbă între quarci, analog cu schimbul de fotoni în cazul forței electromagnetice dintre două particule cu sarcină electrică (n.t.).

6* Literal, termenul entanglement înseamnă „încurcătură complicată", „învălmășeală", în fizica cuantică, termenul desemnează o corelație între stările și proprietățile măsurabile ale unor particule, indiferent cât de îndepărtate; e ca și cum ar exista o comunicare misterioasă între particulele sau sistemele corelate, astfel încât o variație a parametrilor uneia dintre particule face predictibilă o variație inversă a parametrilor celeilalte - influența reciprocă fiind inexplicabilă (de unde și ideea unei teorii a „parametrilor ascunși", care ar determina astfel de fenomene). în literatura de specialitate de la noi s-au propus mai multe traduceri ale termenului entanglement: „încurcătură cuantică", „inseparabilitate cuantică", „corelare", „întrepătrundere cuantică", „cuplare", „legare" - dar nici unul nu are suficientă precizie pentru a desemna fără echivoc sau sugestii derutante fenomenul cuantic avut în vedere. Din acest motiv, tot mai mulți fizicieni de la noi au adoptat termenul englezesc ca atare, utilizând și derivate ale sale: „entanglare", particule „entanglate" etc (n.t.).

“oricărui ceva [it] - fiecărei particule, fiecărui câmp de forţă, chiar şi continuumului spaţiu-timp însuşi”. Acesta este un alt mod de a sonda paradoxul observatorului: acela că rezultatul unui experiment este afectat sau chiar determinat atunci când este observat. Observatorul nu doar observă, ci pune întrebări şi face afirmaţii care, în ultimă instanţă, trebuie să fie exprimate în biţi distincţi. “Ceea ce numim realitate”, scrie Wheeler fără sfială, “răsare în ultimă analiză din punerea întrebărilor da-nu”. El adaugă: “Toate lucrurile fizice sunt, la origine, informaţional-teoretice şi acesta este un univers participatoriu”.13 întregul univers este privit, astfel, ca un computer - o maşină cosmică procesatoare de informaţii.

O cheie a enigmei este un tip de relaţie care nu-şi avea locul în fizica clasică: fenomenul cunoscut drept *entanglement*! Atunci când particulele sau sistemele cuantice sunt *entanglate*, proprietăţile lor rămân corelate la mari distanţe şi mari intervale de timp. La ani-lumină depărtare, ele împărtăşesc ceva ce este fizic şi, totuşi, nu numai fizic. Se nasc paradoxuri înspăimântătoare, nerezolvabile până când nu se înţelege cum codifică entanglementul informaţia, măsurată în biţi sau în contrapărţile lor cuantice, nostim numite qubiţi. Atunci când fotonii, electronii şi alte particule interacţionează, ce fac ele de fapt? Fac schimb de biţi, transmit stări cuantice, procesează informaţie. Legile fizicii sunt algoritmi. Fiecare stea arzătoare, fiecare nebuloasă tăcută, fiecare particulă ce-şi trasează traiectoria fantomatică într-o cameră de detecţie cu vapori este un procesator de informaţie. Universul îşi calculează propriul destin.

Cât de mult calculează? Cât de repede? Cât de mare este capacitatea sa informaţională totală, spaţiul său de memorie? Care este legătura dintre energie şi informaţie; care este costul energetic al emiterii unui bit? Acestea sunt întrebări grele, dar nu sunt atât de mistice sau de metaforice pe cât sună. Fizicienii şi teoreticienii informaţiei

cuantice, o nouă specie, se luptă împreună cu ele. Ei fac partea matematică şi propun răspunsuri ipotetice. (“Numărul de biţi din cosmos, oricum ar fi el reprezentat, este zece ridicat la o putere foarte mare”, după Wheeler.14 Potrivit lui Seth Lloyd: “Nu mai mult de IO120 operaţii pe IO90 biţi”.15) Ei scrutează din nou misterele entropiei termodinamice şi acele notorii înghiţitoare de informaţii, găurile negre. “Mâine”, declară Wheeler, “vom fi învăţat să înţelegem şi să exprimăm *toate* elementele fizicii în limbajul informaţiei”.16

Pe măsură ce rolul informaţiei creşte dincolo de orice aşteptări, ajunge să fie prea mult. “PMI” - prea multă informaţie, se spune în zilele noastre. Suntem obosiţi, anxioşi, suprasaturaţi de informaţii. L-am cunoscut pe Diavolul Informaţiei Supraabundente şi pe subalternii săi poznaşi, virusul informatic, semnalul ocupat, conexiunea moartă şi prezentarea în PowerPoint. Toate acestea, de asemenea, i se datorează, pe căi ocolite, lui Shannon. Totul s-a schimbat atât de rapid. John Robinson Pierce (inginerul de la Bell Labs care a născocit cuvântul *tranzistor*) cugeta după aceea: “Este greu de zugrăvit lumea de dinaintea lui Shannon aşa cum le apărea celor care au trăit în ea. Este dificil să recapeţi inocenţa, ignoranţa şi lipsa de înţelegere”.17

Şi totuşi, trecutul revine în centrul atenţiei. *La început a fost cuvântul*, potrivit lui loan. Suntem specia care s-a numit pe sine *Homo sapiens*, cel care ştie - şi apoi, după ceva reflecţie, a modificat denumirea în *Homo sapiens sapiens*. Cel mai mare dar al lui Prometeu către omenire nu a fost, până la urmă, focul: “Şi numerele, fruntaşele ştiinţelor, le-am inventat pentru ei, precum şi combinarea literelor, mama creatoare a artelor Muzelor, cu care să păstrăm toate lucrurile în memorie”. Alfabetul a fost o tehnologie fondatoare a informaţiei. Telefonul, faxul, calculatorul şi, în cele din urmă, computerul sunt doar ultimele inovaţii proiectate pentru păstrarea, manipularea şi

comunicarea cunoştinţelor. Cultura noastră a asimilat un vocabular de lucru pentru aceste invenţii utile. Vorbim despre comprimarea datelor, conştienţi că aceasta este total diferită de comprimarea unui gaz. Ştim despre scurgerea de informaţii, despre analiza, trierea, ajustarea şi filtrarea lor. Mobilierul nostru include iPoduri şi ecrane cu plasmă, abilităţile noastre includ tastarea de text şi navigarea pe Google, suntem dotaţi, suntem experţi, astfel încât vedem informaţia în prim-plan. Dar ea a fost întotdeauna acolo. Ea a invadat şi lumea strămoşilor noştri, luând forme variate, de la solide la eterice, lespezi funerare din granit şi şoapte ale curtenilor. Cartela perforată, casa de marcat, Maşina Diferenţială din secolul al XIX-lea, firele de telegraf, toate au jucat rolurile lor în ţeserea pânzei de păianjen a informaţiei în care suntem prinşi. Fiecare nouă tehnologie a informaţiei, la vremea sa, a marcat o înflorire în ceea ce priveşte stocarea şi transmisia. Din presa de tipărit au provenit noi specii de organizatori de informaţie: dicţionare, enciclopedii, ahmanahuri - compendii de cuvinte, clasificatoare de fapte, ramuri ale cunoaşterii. Cu greu vreo tehnologie a informaţiei este scoasă din uz. Fiecare dintre cele noi îşi scoate predecesoarele în relief. Astfel încât, în secolul al XVII-lea, Thomas Hobbes a opus rezistenţă noii găselniţe mediatice a vremii lui: “Deşi ingenioasă, invenţia tiparului, în comparaţie cu invenţia literelor, nu e mare lucru”.18 Până la un punct, avea dreptate. Orice nou medium transformă natura gândirii omeneşti. Pe termen lung, istoria este depozitarea de informaţie ce devine conştientă de sine.

Unele tehnologii ale informaţiei au fost apreciate la vremea lor, altele nu. Una teribil de neînţeleasă a fost toba vorbitoare africană.

1 TOBE CARE VORBESC

“ (CÂND UN COD NU ESTE UN COD)

Pe Continentul Negru, tobe duruie neostenit: temei al muzicii de orice fel şi miez al fiecărui dans;

tobe vorbitoare, semnalul fără fir în jungla pe hărţi de negăsit.1

- Irma Wasall (1943)

Nimeni nu vorbea simplu la tobe. Toboşarii nu ar spune “întoarce-te acasă”, ci, mai degrabă,

Fă-ţi tălpile să calce înapoi pe calea ce-au urmat-o, fă-ţi picioarele să umble înapoi pe drumul străbătut, adânc apasă talpa şi jos piciorul pune, în al nostru sat.2

Ei nu ar putea să spună “cadavru”, însă ar construi cam aşa: “ce zace pe spate în brazda de pământ”. In loc de “nu-ţi fie frică”, ei ar spune “scoate-ţi inima din gură şi pune-o la loc, inima ta scoasă din gura ta, dă-o jos de-acolo înapoi”. Tobele făceau să curgă şuvoaie oratorice. Lucru ce părea să fie ineficient. Era vorba de grandilocvenţă şi de emfază? Sau de altceva?

Multă vreme, europenii din Africa Subsahariană habar n-au avut. De fapt, ei nu aveau habar de faptul că tobele nu erau câtuşi de puţin purtătoare de informaţie. In propriile lor culturi, în situaţii speciale, o tobă putea fi, alături de goarnă şi de clopot, un instrument de semnalizare, folosit pentru a transmite un set restrâns de mesaje: *atac*; *retragere*; *veniţi la biserică*. In anul 1730, Francis Moore a navigat spre est, în sus pe râul Gambia, descoperind că acesta era navigabil pe o distanţă de şase sute de mile, admirând pe tot acest parcurs frumuseţea ţinutului şi minunăţii curioase precum “stridii ce creşteau în copaci” (mangrove). Nu era cine ştie ce naturalist. El se afla în recunoaştere, ca agent în slujba negustorilor englezi de sclavi, cutreierând prin regate locuite, după cum a văzut el, de diferite rase de oameni de culoare neagră sau cafenie, “precum Mundingo, Jolloiff, Pholey, Floop şi portughezi”. Când a dat peste nişte bărbaţi şi femei ce purtau tobe, din lemn scobit, lungi cam de un yard, subţiate dinspre partea de sus către fund, a remarcat că femeile dansau vioi pe muzica lor şi că, uneori, tobele erau “bătute la apropierea unui duşman” şi, în sfârşit, că “în

situaţii cu totul ieşite din comun”, tobele cereau ajutor din partea aşezărilor învecinate. Dar asta e tot ce-a notat el.3

Peste un secol, într-o expediţie pe râul Niger,[7] căpitanul William Allen a făcut o altă descoperire, urmărindu-l cu atenţie pe pilotul său camerunez, căruia el îi spunea Glasgow. Se găseau în cabina vasului cu zbaturi de fier, după cum îşi amintea Allen:

Deodată, a devenit cu totul absent şi, o vreme, a rămas într-o atitudine de ascultare. Mustrat pentru neatenţie, el a răspuns: “Tu nu aude fiu meu vorbeşte?” Cum noi nu auzeam niciun glas, l-am întrebat de unde ştie. A spus: “Toba vorbeşte mie, spune vino sus punte”. Mi s-a părut ceva cu totul bizar.4

Scepticismul căpitanului a fost înlocuit de uimire, pe măsură ce Glasgow l-a convins de faptul că fiecare sat avea acest “talent al corespondenţei muzicale”. Oricât de greu era de crezut, căpitanul a acceptat, în cele din urmă, că mesaje amănunţite, de multe propoziţii, puteau fi purtate la mile distanţă. “Suntem adesea surprinşi”, a scris el, “să descoperim sunetul de trompetă atât de bine înţeles în operaţiile noastre militare; dar cât de neînsemnat este faţă de rezultatul la care ajung aceşti sălbatici needucaţi”. Acel rezultat era o tehnologie mult căutată în Europa: comunicarea la distanţă mai rapidă decât orice mesager mergând călare sau pe jos. Prin aerul liniştit al nopţii, pe deasupra unui râu, zgomotul tobei putea străbate şase sau şapte mile. Retransmis de la un sat la altul, mesajul putea fi durait pe o sută de mile sau mai departe cam într-o oră.

Anunţul unei naşteri în Bolenge, un sat din Congo Belgian, suna cam aşa:

Batoko fala fala, *tokema bolo bolo*, *boseka woliana imaki tonkilingonda*, *ale nda bobita wa foie fole*, *asokoka l'isika koke koke*.

7 Călătoria era sponsorizată de Societatea pentru Dispariția Comerțului cu Sclavi și Civilizarea Africii, cu scopul de a-1 înfrunta pe negustorii de sclavi (n.a.).

Rogojinile sunt înfăşurate, ne simţim puternici, o femeie a venit din pădure, ea este afară în sat, e de ajuns deocamdată.

Un misionar, Roger T. Clarke, a transcris această chemare la funeraliile unui pescar:

La nkesa laa mpombolo, *tofolange benteke biesala*, *tolanga bonteke bolokolo bole nda elinga l'enjale baenga*, *basaki l'okala bopele pele*. *Bojende bosalaki lifeta Bolenge wa kala kala*, *tekendake tonkilingonda*, *tekendake beningo la nkaka elinga l'enjale*. *Tolanga bonteke bolokolo bole nda elinga I6enjale*, *la knesa la mpombolo*.

Dimineaţa, la răsărit, nu vrem să ne strângem pentru muncă, vrem o adunare dejoacă pe râu. Bărbaţi care locuiţi în Bolenge, nu vă duceţi în pădure, nu mergeţi la pescuit. Vrem o adunare dejoacă pe râu, dimineaţa, la răsărit.

Clarke a notat mai multe fapte. In vreme ce numai unii oameni învăţau să comunice cu toba, aproape oricine putea să înţeleagă mesajele din bătăile de tobă. Unii băteau toba în ritm alert, alţii lent. Fraze tip se repetau mereu, practic neschimbate, şi totuşi toboşari diferiţi ar fi trimis acelaşi mesaj cu ajutorul unor cuvinte diferite. Clarke a hotărât că limbajul tobelor era deopotrivă şablonard şi fluid. “Semnalele reprezintă tonurile silabelor unor fraze conventionale, având un caracter traditionai şi foarte poetic”, a fost concluzia lui, ceea ce era corect, însă nu a putut să facă ultimul pas spre a înţelege de ce.5

Aceşti europeni vorbeau despre “gândirea indigenă” şi îi descriau pe africani drept “primitivi” şi “animişti”, dar, cu toate acestea, au ajuns să constate că ei împliniseră un vis străvechi al oricărei culturi omeneşti. Aveau un sistem de mesagerie care îi depăşea în viteză pe cei mai buni curieri, pe cei mai iuţi cai pe drumuri bune, cu halte de schimb. Sistemele de mesagerie terestră, la picior, au dezamăgit întotdeauna. Propriile lor armate le-au depăşit. lulius Cezar, de exemplu, “ajungea adeseori înaintea mesagerilor trimişi să-i anunţe sosirea”, după cum relata Suetoniu în secolul I.6

Totuşi, anticii nu erau lipsiţi de resurse. Grecii utilizau ruguri aprinse în timpul Războiului Troian, în secolul al XII-lea î.Hr., conform tuturor surselor - anume Homer, Virgiliu şi Eschil. Un foc pe un vârf de munte putea fi văzut din turnuri de observaţie aflate la douăzeci de mile distanţă sau, în situaţii speciale, chiar şi mai departe. In versiunea lui Eschil, Clytemnestra trimite ştirea despre căderea Troiei chiar în aceeaşi noapte, până la Mycene, aflată la patru sute de mile. “Dar cine-ar fi în stare atât de iute o veste să repeadă pân-aici?”, întreabă corul sceptic.

Ea îi atribuie meritul lui Hefaistos, zeul focului: “Trimis-a mai departe al lui semn; şi iar, şi iar, foc după foc iuţiră solul de văpaie” Nu e puţin lucru, iar ascultătorul trebuie să fie convins, aşa că Eschil o pune pe Clytemnestra să continue minute în şir cu fiecare detaliu al drumului parcurs: semnalul strălucitor a pornit de pe muntele Ida, a străbătut partea de nord a Mării Egee până în insula Lesbos; de acolo până la Muntele Athos din Macedonia; apoi spre sud, peste câmpii şi lacuri spre Macistus; Messapius, unde pândarul “departe a zărit limba de foc ce licărea pe apele lui Euripus şi din mormanul de grozamă ofilită se-aprinse un alt semn, purtând mesajul mai departe”; Cithaeron; Aegiplanetus; şi muntele de veghe din oraşul său, Arachne. “Aşa grăbitu-s-a din post în post, purtată vestea-n schimburi, rug după rug”, s-a semeţit ea, “de-a lungul căii poruncite”.7 In 1908, un istoric german, Richard Hennig, a trasat şi a măsurat traseul, confirmând fezabilitatea acestui lanţ de focuri.8 Semnificaţia mesajului trebuia, desigur, să fie prestabilită, efectiv condensată într-un singur bit. O alegere binară, ceva sau nimic: semnalul de foc însemna ceva, care, numai de această dată, voia să spună că “Troia a căzut”. Pentru a transmite acest unic bit se cerea o cantitate imensă de planificare, muncă, observaţie şi lemn de foc. Multi ani după aceea, felinarele din Old North Church i-au transmis în acelaşi mod lui Paul Revere un singur bit de mare preţ, pe care el l-a

purtat mai departe - o alegere binară: pe mare sau pe uscat.[8]

Erau necesare mai multe mijloace, pentru ocazii mai puţin extraordinare. Oamenii au încercat cu steaguri, buciume, fum intermitent şi sclipiri de oglinzi. Au invocat spirite şi îngeri ca să comunice - îngerii fiind, prin definiţie, mesageri divini. Descoperirea magnetismului a aprins nişte speranţe aparte, într-o lume deja saturată de magie, magneţii erau întruchiparea puterilor oculte. Rocile magnetice atrag fierul. Această forţă de atracţie se întinde nevăzută prin aer. Nu este întreruptă nici de apă, nici de corpuri solide. Un magnet pus pe o parte a unui zid poate mişca o bucată de fier aflată pe partea cealaltă. Şi mai ciudat, forţa magnetică pare capabilă să coordoneze obiecte aflate la mare distanţă, pe tot cuprinsul pământului: şi anume acele de busolă. Ce-ar fi dacă un ac ar putea să pună stăpânire pe un altul? Această idee s-a răspândit - o "fantezie", scria Thomas Browne în anii 1640, şoptită prin lume cu oarecare stăruinţă, ascultătorii creduli şi vulgari luând-o cu uşurinţă de bună, iar capetele mai chibzuite şi cu discernământ nerespingând-o cu totul. Fantezia este excelentă, iar dacă efectul s-ar produce, întrucâtva divină; pe această cale am putea să comunicăm precum spiritele şi să stăm de vorbă pe pământ cu Menippus de pe Lună.9

Ideea acelor "simpatetice" s-a înfiripat oriunde existau filosofi ai naturii şi artişti cu credinţă. In Italia, un ins a încercat să-i vândă lui Galileo "o metodă secretă de comunicare cu cineva aflat la distanţă de două sau trei mii de mile, prin intermediul unei anumite simpatii a acelor magnetice".

8 Paul Revere - erou al Revoluției Americane; argintar bogat din Boston, Revere a devenit o figură emblematică din istoria Statelor Unite. Fapta lui de glorie a fost aceea că, pândind manevrele militare ale englezilor, a călărit o noapte întreagă - celebra midnight ride - pentru a-i preveni pe locuitorii din orașul Concord de năvălirea iminentă a trupelor britanice, ceea ce le-a permis rebelilor să se retragă la timp și să-și salveze proviziile de care englezii aveau mare nevoie (n.t.).

I-am spus că aş cumpăra bucuros, dar voiam să văd prin experiment, şi că ar fi pentru mine de-ajuns dacă el ar sta într-o încăpere şi eu în alta. Mi-a răspuns că acţiunea nu putea fi detectată la o distanţă atât de scurtă. I-am spus să-şi vadă de drum, cu observaţia că nu aveam chef în acel moment să merg până la Cairo sau Moscova pentru a face experimentul, dar că, dacă el dorea să se ducă, eu voi sta la Veneţia şi voi avea grijă la capătul celălalt.10

Ideea era aceea că, dacă o pereche de ace erau magnetizate împreună - “atinse de aceeaşi piatră magnetică”, după cum s-a exprimat Browne -, ele ar rămâne pentru totdeauna într-o relaţie de simpatie, chiar aflate la distanţă. S-ar putea numi acest raport “entanglement”. Un expeditor şi un receptor ar lua cu ei acele şi ar stabili un moment în care să comunice. Ei ar urma să pună acele pe nişte discuri, cu literele alfabetului aranjate pe circumferinţă. Expeditorul ar scrie un mesaj, răsucind vârful acului. “Pentru că, atunci, spune tradiţia”, explica Browne, “indiferent la ce distanţă, când un ac va fi mişcat spre o literă, printr-o minunată simpatie celălalt se va mişca la fel”. Dar, spre deosebire de majoritatea celor care au avut în vedere ideea acelor simpatetice, Browne chiar a încercat să experimenteze. Nu a funcţionat. Când el mişca un ac, celălalt stătea pe loc.

Browne nu a mers atât de departe încât să excludă posibilitatea ca această forţă misterioasă să poată fi folosită într-o bună zi pentru comunicare, dar a mai adăugat un avertisment. Chiar dacă era posibilă comunicarea magnetică la distanţă, sugera el, se putea ivi o problemă atunci când expeditorul şi receptorul ar fi încercat să-şi sincronizeze acţiunile. Cum vor şti ei ce oră este, nefiind o chestiune trivială sau de almanah, ci o problemă de matematică, să afli diferenţa de oră în locuri diferite; nici cei mai înţelepți nu sünt pe deplin mulţumiți în această privinţă. Căci orele din locuri diferite şi-o iau înainte unele

altora, potrivit longitudinilor lor; care nu sunt descoperite cu exactitate în orice loc.

Aceasta era o gândire anticipativă şi pe deplin teoretică, un produs al noilor cunoştinţe de astronomie şi geografie din secolul al XVII-lea. A fost prima fisură a până atunci solidei presupoziţii de simultaneitate. Oricum, după cum remarca Browne, experţii aveau opinii diferite. Vor trebui să treacă încă două secole până când cineva să poată călători efectiv atât de repede ori să comunice destul de rapid pentru a experimenta diferenţele de timp local. în acel moment, de fapt, nimeni de pe lume nu putea să comunice atât de mult, atât de repede şi atât de departe pe cât puteau să o facă nişte africani analfabeţi cu tobele lor.

Pe vremea când căpitanul Allen descoperea tobele vorbitoare în 1841, Samuel F. B. Morse se căznea cu propriul său cod de percuţie, bătaia de tobă electromagnetică proiectată să pulseze de-a lungul firului de telegraf. Inventarea unui cod era o problemă complexă şi delicată. El nici măcar nu a gândit, la început, în termenii unui cod, ci a avut în vedere "un sistem de semne pentru litere, care să fie indicate şi marcate printr-o succesiune rapidă de lovituri sau şocuri ale curentului galvanic".11 Analele invenţiilor abia dacă ofereau vreun precedent. Cum să se convertească informaţia dintr-o formă, limba vieţii de toate zilele, într-o altă formă, convenabilă pentru a fi transmisă pe fir, i-a solicitat inventivitatea mai mult decât orice problemă mecanică a telegrafiei. Este corect faptul că istoria a legat numele lui Morse de codul său, mai mult decât de aparatul pe care l-a inventat.

El avea la dispoziţie o tehnologie care părea să permită numai impulsuri brute, explozii de curent deschis şi închis, un circuit electric fiind întrerupt sau restabilit. Cum putea el să transmită limbajul prin ţăcănitul unui electromagnet? Prima lui idee a fost să trimită numere, câte o cifră de fiecare dată, cu puncte şi pauze. Secvenţa •••••••• ar fi însemnat 325. Fiecărui cuvânt englezesc i s-ar fi atribuit un

număr, iar telegrafiştii de la fiecare capăt al liniei urmau să consulte un dicţionar special. Morse s-a apucat să creeze el însuşi acest dicţionar, irosind multe ore ca să-l scrie pe nişte coli mari.[9] Şi-a revendicat ideea în primul său patent de aparat telegrafic, în 1840:

Dicţionarul sau vocabularul constă în cuvinte aranjate alfabetic şi numerotateîn ordine, începând cu literele alfabetului, astfel încât fiecare cuvânt din limbă posedă numărul său telegrafic, şi este desemnat la alegere, prin semnele numerice.12

In căutare de eficienţă, el a cântărit costurile şi posibilităţile pe mai multe planuri intersectate. Era costul transmisiei înseşi: firele ar fi costisitoare şi ar transmite un anumit număr de impulsuri pe minut. Numerele ar fi fost relativ uşor de transmis. Dar erau, pe urmă, costurile suplimentare de timp şi dificultate ale telegrafiştilor. Ideea manualelor de coduri - tabele de căutare - oferea unele posibilităţi, cu ecouri în viitor, ivindu-se din nou în alte tehnologii. In cele din urmă, a funcţionat în telegrafia chineză. Dar Morse şi-a dat seama că ar fi descurajant de greoi pentru operatori să frunzărească un dicţionar pentru fiecare cuvânt.

In acest timp, protejatul său, Alfred Vail, punea la punct un întrerupător simplu, cu ajutorul căruia un operator putea să deschidă şi să întrerupă rapid un circuit electric. Vail şi Morse s-au întors către ideea unui alfabet codificat, folosind semne drept surogate de litere şi putând, astfel, să scrie fiecare cuvânt. Cumva, acele semne simple aveau să alcătuiască toate cuvintele dintr-o limbă scrisă sau vorbită. Trebuia ca ele să cartografieze întregul limbaj într-o singură dimensiune de impulsuri electrice. Iniţial, ei au conceput un sistem construit din două elemente: clicurile (numite acum

9 „0 foarte scurtă experiență, însă, a demonstrat superioritatea modului alfabetic", a scris el mai târziu, „iar colile uriașe ale dicționarului numeric, care m-a costat o grămadă de muncă,.. .au fost aruncate, cel alfabetic fiind instalat în locul lor"13 (n.a.).

puncte) şi spaţiile dintre ele. Apoi, jucându-se cu tastatura prototip, au introdus un al treilea semn: linia sau liniuţa, “atunci când circuitul era închis mai mult timp decât era necesar pentru a face un punct”.14 (Codul a ajuns să fie cunoscut drept alfabetul punct-şi-linie, însă acel spaţiu nenumit rămânea la fel de important; codul Morse nu era un limbaj binar.)[10] Că oamenii ar putea să înveţe acest nou limbaj a fost, la început, lucru de mirare. Ei ar fi trebuit să stăpânească sistemul de codificare şi apoi să realizeze un act de dublă traducere: limbajul în semne; mintea în degete. Un martor a fost uimit de felul în care telegrafiştii şi-au interiorizat aceste abilităţi:

Funcţionarii care umblă cu instrumentul de înregistrare au devenit atât de experţi în hieroglifele lor bizare, încât nu aveau nevoie să se uite pe banda tipărită pentru a şti care era mesajul în curs de recepţie; instrumentul de înregistrare este pentru ei un limbaj articulat inteligibil. Ei înţeleg *vorbirea lui*. Ei pot să închidă ochii şi să asculte straniul ţăcănit care curge în urechile lor, în timp ce printerul lucrează, şi-ţi spun pe loc ce înseamnă.15

De dragul vitezei, Morse şi Vail şi-au dat seama că ar putea face economie de apăsări pe tastă păstrând cele mai scurte secvenţe de puncte şi linii pentru literele cele mai comune. Dar care litere ar fi utilizate cel mai frecvent? Puţine se ştiau despre statisticile alfabetului. In căutare de date privind frecvenţa relativă a literelor, Vail a avut inspiraţia să viziteze sediul ziarului local din Morristown, New Jersey, şi să se uite pe casetele de litere.16 A găsit un stoc de 12 000 de E-uri, 9 000 de T-uri şi numai două sute de Z-uri. El şi Morse au rearanjat alfabetul corespunzător. Iniţial, au folosit linie-linie-punct ca să reprezinte litera T, a doua ca frecvenţă; acum au ridicat în rang T-ul la o singură linie, economisind astfel operatorilor de telegraf

10 Operatorii au distins curând spații de diferite lungimi - intercaractere și intercuvinte -, astfel încât codul Morse utilizează, în realitate, patru semne (n.a.).

nenumărate miliarde de tastări în lumea ce avea să vină. Mult timp după aceea, teoreticienii informaţiei au calculat că ei au atins 15% din aranjamentul optim pentru telegrafierea unui text în limba engleză.17

Nici o astfel de ştiinţă, nici urmă de asemenea pragmatism nu au contribuit la formarea limbajului tobelor. Şi totuşi, fusese o problemă de rezolvat, exact aşa cum a fost cazul în conceperea unui cod pentru telegrafişti: cum să se cartografieze un întreg limbaj într-un şuvoi unidimensional din cele mai simple sunete. Această problemă de proiectare a fost soluţionată colectiv de generaţii de toboşari într-un proces secular de evoluţie socială. La începutul secolului XX, analogia cu telegraful era sesizabilă pentru europenii care studiau Africa. “Doar acum câteva zile am citit în *Times*”, raporta Căpitanul Robert Sutherland Rattray către Royal African Society din Londra, “cum un locuitor dintr-o parte a Africii a aflat despre moartea - într-o altă parte, foarte îndepărtată a continentului - unui copilaş european şi cum această ştire a fost transmisă prin intermediul tobelor, folosite, după cum se afirma, «pe principiul Morse» - întotdeauna este vorba de «principiul Morse».”18

Insă evidenta analogie a indus lumea în eroare. Oamenii nu au reuşit să descifreze codul tobelor pentru că, de fapt, nu exista niciun cod. Morse şi-a extras sistemul său dintr-un strat simbolic median, alfabetul scris, intermediar între vorbire şi codul său final. Punctele şi liniuţele lui nu aveau nicio legătură cu sunetul; ele reprezentau litere, care formau cuvinte scrise, care reprezentau, la rândul lor, cuvintele rostite. Toboşarii nu puteau să construiască pe un cod intermediar - nu puteau să abstragă printr-un strat de simboluri - deoarece limbile africane, la fel ca toate cele şase mii de limbi vorbite în lumea modernă, exceptând doar câteva zeci, nu aveau un alfabet. Tobele metamorfozau vorbirea.

I-a fost dat lui John F. Carrington să explice. Misionar englez, născut în 1914, în Northamptonshire, Carrington a

plecat în Africa la douăzeci şi patru de ani şi Africa i-a fost casa pentru tot restul vieţii. Tobele i-au atras atenţia în scurt timp, pe când călătorea de la Societatea Misionară Baptistă din Yakusu, pe cursul superior al fluviului Congo, prin satele din pădurea Bambole. Intr-o zi, a făcut o excursie neanunţată până în orăşelul Yaongama şi a fost surprins să găsească acolo un profesor, o asistentă medicală şi membrii parohiei gata adunaţi să-l întâmpine. Auziseră tobele, i s-a explicat. în cele din urmă, şi-a dat seama că tobele transmiteau nu numai anunţuri şi avertizări, ci şi rugăciuni, poezii şi chiar glume. Toboşarii nu semnalizau, ci vorbeau: vorbeau o limbă specială, adaptată.

Până la urmă, Carrington însuşi a învăţat să bată la tobe. O făcea mai ales în Kele, un dialect din familia Bantu, situată în ceea ce astăzi este partea de est a Zairului. “El nu este cu adevărat un european, în pofida culorii pielii sale”, a spus un sătean Lokele despre Carrington. “El a fost de prin satul nostru, unul dintre noi. După ce a murit, spiritele au greşit şi l-au trimis undeva departe, într-un sat de albi, ca să intre în trupul unui copilaş născut dintr-o femeie albă, în loc de una de-ale noastră. Dar, pentru că face parte dintre noi, nu a putut să uite de unde era şi s-a întors.” Săteanul a mai adăugat cu generozitate: “Dacă e un pic neîndemânatic la tobe, e din cauza slabei educaţii pe care i-au dat-o albii”.19 Viaţa lui Carrington în Africa a durat patru decenii. A devenit un desăvârşit botanist, antropolog şi, mai presus de toate, lingvist - o autoritate în ceea ce priveşte structura familiilor de limbi africane: mii de dialecte şi câteva sute de limbi diferite. El a remarcat cât de elocvent trebuie să fie un bun toboşar. In cele din urmă, şi-a publicat descoperirile sale în legătură cu tobele în 1949, într-un volumaş intitulat *Tobele vorbitoare din Africa*.

In rezolvarea enigmei tobelor, Carrington a găsit cheia într-un fapt esenţial legat de limbile africane importante. Ele sunt limbi tonale, în care sensul este determinat la fel de mult de ridicarea sau coborârea tonului şi de distincţia

dintre consoane şi vocale. Această caracteristică lipseşte în majoritatea limbilor indo-europene, inclusiv engleza, care folosesc tonul vocii numai în modalităţi limitate, sintactice: de exemplu, pentru a deosebi întrebările (“eşti fericit↗“) de afirmaţii (“eşti fericit↘“). Dar pentru alte limbi, printre care cele mai celebre sunt mandarina şi cantoneza, tonul are o însemnătate primordială în distingerea cuvintelor. Aşa se întâmplă şi în majoritatea limbilor africane. Chiar şi atunci când au învăţat să comunice în aceste limbi, de regulă europenii nu au izbutit să sesizeze importanţa tonalităţii, deoarece nu aveau nicio experienţă a ei. Atunci când au transcris în alfabetul latin cuvintele pe care le auzeau, n-au dat egală importanţă şi tonalităţii. Drept urmare, vedeau numai în alb şi negru, fără să perceapă culorile.

Trei cuvinte Kele diferite sunt transcrise de către europeni sub forma *lisaka*. Cuvintele se deosebesc numai prin tonul cu care se pronunţă. Astfel, *lisaka* din trei silabe joase înseamnă baltă; *Hsa^* cu ultima silabă ascendentă (nu neapărat accentuată), înseamnă promisiune; iar *ftsaka* este o otravă. *Liala* înseamnă logodnică şi *Hala*, groapă de gunoi. In transcriere, ele apar ca fiind omonime, dar nu sunt. După asfinţit, Carrington îşi amintea: “Trebuie să fi făcut de multe ori greşeala de a-i spune unui băiat «vâsleşte o carte» sau «pescuieşte că vine prietenul tău»“. Europenilor le lipsea urechea pentru aceste distincţii. Carrington a văzut cât de comică poate fi confuzia:

alambaka boili [-_-] = el privea malul râului *alambaka boili* [= el şi-a fiert soacra

Pe la sfârşitul secolului al XIX-lea, lingviştii au identificat fonemul drept cea mai mică unitate acustică ce face o diferenţă de sens. Cuvântul englezesc *chuck* cuprinde trei foneme: diferite sensuri pot fi create schimbând *ch cu*. *d* sau *u* cu *e*, *ck* cu *m*. Este un concept util, dar imperfect: lingviştii au descoperit că este surprinzător de dificil să cadă de acord asupra unui inventar exact de foneme pentru limba engleză sau pentru oricare altă limbă (majoritatea

estimărilor pentru engleză se află în vecinătatea numărului de patruzeci şi cinci). Problema este că un flux de vorbire este un continuum; un lingvist poate, în mod abstract şi arbitrar, să-l spargă în unităţi discrete, dar semnificaţia acestor unităţi variază de la un vorbitor la altul şi depinde de context. Instinctele majorităţii vorbitorilor faţă de foneme sunt, de asemenea, influenţate de cunoaşterea de către ei a alfabetului scris, care codifică limbajul în modalităţile sale uneori arbitrare. în orice caz, limbile tonale, cu variabilele lor suplimentare, conţin mult mai multe foneme decât li s-a părut la prima vedere unor lingvişti neexperimentaţi.

în timp ce limbile vorbite în Africa au atribuit tonalităţii un rol crucial, limbajul tobelor a mai făcut însă un pas dificil. El foloseşte tonul şi numai tonul. Era un limbaj dintr-o singură pereche de foneme, un limbaj alcătuit integral din contururi tonale. Tobele variau în funcţie de materiale şi de măiestria meşteșugarilor. Unele erau gonguri crestate, tuburi din lemn de padauk, scobite, tăiate cu o gură lungă şi îngustă ca să scoată un sunet acut şi unul grav; altele aveau feţe din piele, şi acestea se foloseau în perechi. Tot ceea ce conta era ca aceste tobe să scoată două note distincte, la un interval de terţă majoră.

Astfel, prin transpunerea limbii vorbite în limbajul tobelor, se pierdea informaţie. Vorbirea tobelor era un grai deficitar. Pentru fiecare sat şi fiecare trib, limbajul tobelor a început de la cuvântul vorbit, din care s-au eliminat consoanele şi vocalele. Era o pierdere importantă. Fluxul de informaţie rămas ar fi plin de ambiguitate. O bătaie dublă pe toba cu sunet acut [--] se potrivea modelului tonal al cuvântului Kele pentru tată, *sango*, dar în mod firesc putea la fel de bine să fie *songe*, luna; *koko*, orătanie; *fele*, o specie de peşti; sau orice alt cuvânt de două tonuri acute. Chiar şi limitatul dicţionar al misionarilor de la Yakusu conţinea 130 de asemenea cuvinte.21 Odată ce a redus cuvintele vorbite, cu toată bogăţia lor sonoră, la un cod atât de

minimal, cum ar putea tobele să le deosebească? Răspunsul stă, parţial, în accent şi ritm, însă acestea nu pot să compenseze pierderea consoanelor şi a vocalelor. Astfel, a descoperit Carrington, un toboşar trebuie să adauge de fiecare dată “o mică frază” pentru fiecare cuvânt scurt. *Songe*, luna, este redată prin *songe li tange la manga* - “luna priveşte în jos spre pământ”. *Koko*, orătania, este redată prin *koko olongo la bokiokio* - “orătania, micuţa care spune kiokio”. Departe de a fi exterioare, bătăile de tobă suplimentare oferă un context. Fiecare cuvânt ambiguu începe într-un nor de interpretări alternative, toate posibile; apoi posibilităţile nedorite se evaporează. Aceasta se petrece sub nivelul conştiinţei. Ascultătorii aud numai tonuri staccato de tobe, joase şi înalte, însă, de fapt, ei “aud”, totodată, consoanele şi vocalele lipsă. Din acest motiv, ei aud fraze întregi, nu cuvinte separate. “Printre oamenii care nu ştiu nimic despre scris sau gramatică, un cuvânt *per se*, desprins de grupul său de sunete, pare aproape să înceteze a fi o articulaţie inteligibilă”, afirmă căpitanul Rattray.22

Lungile cozi stereotipizate fâlfâie odată cu textul, redundanţa lor biruind ambiguitatea. Limbajul tobelor este creativ, generând lejer neologisme pentru inovaţiile din nord: vapoare cu aburi, ţigări şi dumnezeul creştin fiind cele trei pe care Carrington le-a remarcat în mod deosebit. însă toboşarii încep prin a învăţa formulele tradiţionale fixe. Intr-adevăr, formulele toboşarilor africani conservă câteodată cuvinte arhaice, care au fost uitate în limba de toate zilele. Pentru Yaunde, elefantul este întotdeauna “marele neîndemânatic”.23 Asemănarea cu formulele homerice - nu simplu Zeus, ci Zeus strângătorul de nori; nu marea pur şi simplu, ci ca vinul întunecata mare - nu este un accident. într-o cultură orală, inspiraţia trebuie să slujească în primul rând clarităţii şi memoriei. Muzele sunt fiicele lui Mnemosyne.[11]

11 Mnemosyne - personificarea memoriei în mitologia greacă; făcând parte din stirpea titanilor, născuți de Gaia (pământul) și Uranos (cerul),

Nici Kele, nici engleza nu posedă cuvinte pentru a spune *alocare de extrabiţi pentru dezambiguizare şi corecţie de eroare*. Şi totuşi, asta face limbajul tobelor. Redundanţa - ineficientă prin definiţie - serveşte drept antidot al confuziei. Ea oferă mereu o a doua sansă. Fiecare limbă naturală conţine o redundantă preinstalată; din acest motiv oamenii pot să înţeleagă un text plin de erori şi de aceea ei pot urmări o conversaţie într-o încăpere zgomotoasă. Redundanţa naturală a limbii engleze stă la baza celebrului poster din anii 1970 de la metroul din New York (şi a poemului scris de către James Merril), if u cn rd ths u cn gt a gd jb w hi pa![12] [13]

("Această contraortografie îţi poate salva sufletul", adaugă Merrill.)24 Cel mai adesea, redundanţa din limbaj este doar o parte din fundal. Pentru un telegrafist este o risipă care costă scump. Pentru un toboşar african este esenţială. Un alt limbaj specializat oferă un analog perfect: limbajul radiofonic din aviaţie. Numere şi litere formează mare parte din informaţia schimbată între piloţi şi controlorii de trafic aerian: altitudini, vectori, numere de ordine ale avioanelor care stau la rând, identificatori de pistă şi de rulare, frecvenţe radio. Aceasta este o comunicare de importanţă critică, realizată pe un canal notoriu de zgomotos, astfel încât se utilizează un alfabet special pentru diminuarea ambiguităţii. Literele vorbite *B* şi *V* sunt uşor de confundat; *bravo* şi *victor* sunt mai sigure. *M* şi *N* devin *mike* şi

este cea care, fecundată de către Zeus, a născut cele nouă muze ale grecilor antici. Din numele ei avem derivatul „mnemotehnic", referitor la memorie (n.t.).

12 Completând ortografia, textul original sună astfel: „if you can read this / you can get a good job with high pay!" - „dacă poți citi asta / poți să capeți un job bine plătit". Cititorul se poate amuza încercând să realizeze un astfel de text abreviat în românește, de genul: „dk pti cti as / pti s kpti un jb bn ptit etc" (n.t.).

13 Similar, în românește se pronunță șepteîn loc de șapte, spre a nu se confunda cu șase (n.t.).

november. In cazul numerelor, *five* [cinci] şi *nine* [nouă], în mod special predispuse a fi confundate, se pronunţă *fife* şi *niner*" Silabele suplimentare îndeplinesc aceeaşi funcţie ca şi supraprolixitatea tobelor vorbitoare.

După ce şi-a publicat cartea, John Carrington a dat peste un mod matematic de înţelegere a ideii sale. O comunicare ştiinţifică a unui inginer de telefonie de la Bell Labs, pe nume Ralph Hartley, conţine chiar o formulă aparent relevantă: $H = n$ log s, unde H este cantitatea de informaţie, n este numărul de simboluri din mesaj, iar s este numărul de simboluri disponibile în limbaj.25 Colegul mai tânăr al lui Hartley, Claude Shannon, a mers ulterior pe această pistă, şi unul dintre proiectele sale fundamentale a devenit o măsurare precisă a redundanţei în limba engleză. Simboluri pot fi cuvinte, foneme sau puncte şi liniuţe. Gradul de alegere într-un set de simboluri era variabil - o mie de cuvinte, patruzeci şi cinci de foneme, douăzeci şi şase de litere sau trei tipuri de întrerupere a unui circuit electric. Formula cuantifica un fenomen destul de simplu (în orice caz, simplu după ce a fost remarcat): cu cât mai puţine simboluri disponibile, cu atât mai multe dintre ele trebuie să fie transmise pentru a se obţine o cantitate dată de informaţie. Pentru toboşarii africani, era necesar ca mesajele să fie cam de opt ori mai lungi decât echivalentele lor vorbite.

Hartley şi-a dat ceva osteneală ca să justifice folosirea cuvântului *informaţie*. "In utilizarea sa comună, informaţia este un termen foarte elastic", a scris el, "şi va fi necesar mai întâi să-i stabilim un sens mai specific". El a propus să gândim informaţia la modul "fizic" - termenul său - mai degrabă decât psihologic. Complicaţiile, după cum a descoperit el, se înmulţeau. Cumva paradoxal, complexitatea era născută din straturile intermediare de simboluri: literele alfabetului, sau puncte şi liniuţe, care erau discrete şi, ca atare, uşor de numărat fiecare în parte. Mai greu de măsurat erau conexiunile dintre aceşti locţiitori

şi ultimul strat: vocea umană însăşi. Acest flux de sunete cu sens încă părea să fie, pentru un inginer de telefonie, tot într-atât cât şi pentru un toboşar african, adevăratul material al comunicării, chiar dacă sunetul, la rândul său, servea drept cod al cunoaşterii sau al înţelesului de dedesubt.

In orice caz, Hartley credea că un inginer ar trebui să fie capabil să generalizeze pentru toate cazurile de comunicare: codurile scrierii şi ale telegrafului, precum şi transmiterea fizică a sunetului prin intermediul undelor electromagnetice de-a lungul cablurilor telefonice sau prin eter.

El nu ştia nimic despre tobe, desigur. Şi, curând după ce John Carrington a ajuns să le înţeleagă, ele au început să dispară de pe scena africană. A văzut că tinerii Lokele exersau la tobe din ce în ce mai puţin, şcolari care nu învăţau nici măcar numele lor bătute la tobe.26 A regretat acest lucru. Făcuse din tobele vorbitoare o parte din viaţa lui. In 1954, un vizitator din Statele Unite l-a găsit la conducerea unei şcoli misionare din avanpostul congolez de la Yalemba. Carrington încă se plimba zilnic prin junglă şi, când se făcea de prânz, soţia lui îl chema cu un răpăit iute. Ea bătea la tobe: “Spirit de om alb din pădure vino vino la casa de şindrilă hai sus spirit de om alb din pădure. Femeia cu igname aşteaptă. Vino vino”.27

Nu mult după aceea, au existat oameni pentru care drumul tehnologiei de comunicaţii a trecut de la toba vorbitoare direct la telefonul mobil, sărind peste stadiile intermediare.

STATORNICIA CUVÂNTULUI

(NICI URMĂ DE DICŢIONAR ÎN MINTE)

Odiseu a plâns când l-a auzit pe poet cântând faptele-i măreţe de peste mări deoarece, odată cântate, ele nu mai erau doar ale sale.

Ele aparţineau oricui auzise cântecul.1

- Ward Just (2004)

“încercaţi să vă imaginaţi”, propunea Walter]. Ong, preot iezuit, filosof şi istoric al culturii, “o cultură în care nimeni, niciodată, nu a căutat cu privirea vreun cuvânt”.2 Pentru a da la o parte tehnologiile informaţiei internalizate timp de peste două milenii, este nevoie de un salt al imaginaţiei înapoi către un trecut uitat. Tehnologia cel mai greu de şters din minţile noastre este prima dintre toate: scrisul. Acesta se naşte chiar în zorii istoriei, după cum şi trebuie, căci istoria începe odată cu scrierea. Inactualitatea trecutului depinde de ea.[14]3

E nevoie de câteva mii de ani pentru ca această cartografiere a limbii într-un sistem de semne să devină o a doua natură, şi atunci nu mai există drum de întoarcere spre inocenţă. Uitate sunt acele vremuri odată ce simpla noastră conştientizare a cuvintelor vine din *vederea* lor. “Intr-o cultură primitivă orală”, după cum remarca Ong, expresia “a te uita după un cuvânt”[15] este o frază goală: nu

14 în original, thepastnessofthepast. Din păcate, limba română nu permite abstractizarea după același tipic a tuturor cuvintelor din vocabular. Aceasta se realizează lejer în cazul neologismelor, care au intrat relativ târziu în uz: electricitate, ubicuitate, tenacitate, permisivitate etc. în cazul cuvintelor cu vechime, „neaoșe", apar dificultăți; unele permit un soi de abstractizare, fără forme regulate - de exemplu „roșeață", „greutate", „lărgime", „naturalețe", „vremelnicie" etc. Multe cuvinte însă refuză pur și simplu abstractizarea, ceea ce solicită diferite modalități perifrastice de a exprima o proprietate desprinsă de suportul său ontologic. Astfel, neputând să spunem firesc „lucritate", suntem nevoiți să vorbim despre .calitatea de a fi lucru"; în loc de „coloritate", trebuie să ne referim la „proprietatea de a fi colorat". Același lucru se întâmplă și în acest caz: cum este de nerostit în limba română un cuvânt precum „trecutitate", „trecutime" sau „trecuteală", ne mulțumim cu soluția propusă (n.t).

15 în original, „to look up". Literal, to look up înseamnă a privi în sus, a înălța privirea; în context, Ong recurge la un sens idiomatic al expresiei, care înseamnă a căuta un cuvânt într-un dicționar, un număr în cartea de telefon etc. Câteva rânduri mai jos, o altă arcană pentru traducător: recall înseamnă, literal, a rechema, dar sensul curent, de această dată, în limba engleză este „a-și aminti, a-și aduce aminte" (n.t.).

ar avea niciun înţeles conceptibil. Fără scriere, cuvintele ca atare nu au niciun fel de prezenţă vizuală, chiar şi atunci când obiectele pe care le reprezintă sunt vizibile. Ele sunt sunete. Poţi să le “chemi” înapoi - să ţi le “rechemi în memorie” Dar nu ai unde să te “uiţi” după ele. Nu au centru vizual şi nici un semn.

în anii 1960 şi '70, Ong a declarat era electronică drept o nouă epocă de oralitate - însă de “oralitate secundă”, cuvântul rostit fiind amplificat şi extins ca niciodată înainte, însă mereu în contextul alfabetizării: voci auzite pe un fundal de tipar omniprezent. Prima eră de oralitate a durat un picuţ mai mult. Ea a acoperit aproape întreaga durată de viaţă a speciei, scrisul fiind o dezvoltare târzie, iar alfabetizarea generală, aproape un gând de pe urmă. Ca şi Marshall McLuhan, cu care a fost adesea comparat (“celălalt eminent profet catolico-electronic”, a spus cu dispreţ Frank Kermode4), Ong a avut nenorocul de a emite aprecierile sale vizionare privind o nouă eră chiar înainte ca aceasta să fi început efectiv. Noile canale media păreau să fie radioul, telefonul şi televiziunea. Insă acestea erau doar nişte sclipiri palide pe cerul nopţii, prevestind lumina ce încă se ascundea dincolo de orizont. Fie că Ong ar fi văzut ciberspaţiul ca fiind fundamental oral sau literat, cu siguranţă l-ar fi recunoscut drept transformator: nu numai o revitalizare a unor forme mai vechi, nu doar o amplificare, ci altceva cu totul nou. El putea să fi simţit pregătindu-se o discontinuitate înrudită cu apariţia scrierii însăşi. Puţini au înţeles mai bine decât Ong cât de profundă fusese acea primă discontinuitate.

Când şi-a început cercetările, “literatura orală” era o expresie banală. Este un oximoron împodobit cu o fundiţă de anacronism; cuvintele implică o mult-prea-inconştientă abordare a trecutului din perspectiva prezentului. Literatura orală a fost, de regulă, tratată ca o variantă a scrisului; ceea ce era, a spus Ong, “întru câtva asemănător cu a gândi caii ca pe nişte automobile fără roţi”.5

Se poate încerca aşa ceva. Imaginaţi-vă că scrieţi un tratat despre cai (pentru nişte oameni care nu au văzut niciodată un cal), care începe nu cu noţiunea de “cal”, ci cu aceea de “automobil”, bazată pe experienţa directă a cititorilor în materie de automobile. Continuă să trateze despre cai, referindu-se la aceştia întotdeauna ca la nişte “automobile fără roţi”, explicând cititorilor foarte automobilizaţi toate aspectele de diferenţiere..în loc de roţi, automobilele fără roţi şi-au mărit unghiile de la picioare numite copite; în loc de faruri, ochi; în loc de vopsea lăcuită, ceva numit păr; în loc de benzină drept combustibil, fân, şi aşa mai departe. în cele din urmă, caii sunt doar ceea ce nu sunt.

Atunci când vine vorba despre înţelegerea trecutului pre-literat, noi, oamenii moderni, suntem iremediabil automobilizaţi. Cuvântul scris este mecanismul prin care noi ştim ceea ce ştim. El organizează gândirea noastră. Putem dori să înţelegem naşterea alfabetizării atât din punct de vedere istoric, cât şi logic, însă istoria şi logica sunt ele însele produse ale gândirii literate.

Ca tehnologie, scrisul solicită premeditare şi o iscusinţă specială. Limba nu este o tehnologie, indiferent cât de bine dezvoltată şi de eficace. Nu e cel mai bine privită drept ceva separat de minte; ea este ceea ce face mintea. “De fapt, limba întreţine cu conceptul de gândire aceeaşi relaţie ca şi aceea dintre legislaţie şi conceptul de parlament”, spune Jonathan Miller: “Este o competenţă mereu întrupându-se într-o serie de prestaţii concrete”.6 In mare măsură, se poate spune acelaşi lucru despre scriere - este o prestaţie concretă -, însă, atunci când cuvântul este materializat pe hârtie sau în piatră, el capătă o existenţă separată, devenind ceva artificial. Este un produs al unor unelte şi este o unealtă. Şi, asemenea multor tehnologii care l-au urmat, prin aceasta i-a inspirat de îndată pe detractorii săi.

Un surprinzător luddit[16] a fost, de asemenea, unul dintre beneficiarii pe termen lung. Platon (purtător de cuvânt al nonscriitorului Socrate) avertiza că această tehnologie însemna o sărăcire:

Căci această invenţie va aduce uitarea în minţile celor careînvaţă să o folosească, întrucât ei nu-şi vor exersa memoria. încrederea lor în cele scrise, produsă de nişte litere exterioare, ce nu fac parte din ei, va descuraja folosirea propriei lor memorii, care se află în ei. Tu ai inventat un elixir nu al memoriei, ci al reamintirii; şi le oferi elevilor tăi aparenţa înţelepciunii, nu adevărata înţelepciune.7

Litere exterioare, *ce nu fac parte din ei* - acesta era necazul. Cuvântul scris părea nesincer. Surogate zgâriate pe papirus sau în lut erau abstract sustrase din real, sunetul liber curgător al limbii, intim asociată cu gândirea, până într-atât încât să pară vecină cu ea. Scrierea părea să îndepărteze cunoaşterea de persoană, să depună memoriile oamenilor într-o magazie. De asemenea, ea separa vorbitorul de ascultător, prin atât de multe mile sau prin atâţia ani. Cele mai profunde consecinţe ale scrierii, pentru individ şi pentru cultură, puteau fi cu greu anticipate, dar până şi Platon a putut să vadă o parte din forţa acestei separări. Morţii vorbeau viilor, viii celor nenăscuţi. După cum a spus McLuhan: “Două mii de ani de cultură manuscrisă se aştemeau în faţa lumii apusene atunci când Platon făcea această remarcă”.8 Forţa acestei prime memorii artificiale era incalculabilă: avea să restructureze gândirea, să dea naştere istoriei. Este încă incalculabilă,

16 Cunoscută după numele fondatorului său, Ned Ludd, mișcarea luddită a fost un șir de proteste, adesea violente, ale muncitorilor din manufacturile textile din Anglia începutului de secol al XIX-lea împotriva mecanizării de la începutul Revoluției Industriale. Amenințați cu șomajul, textiliștii luddiți s-au împotrivit progresului tehnic, distrugând războaiele de țesut mecanice, pe cale de a-i lăsa pe drumuri. Generic, termenul „luddit" a căpătat semnificația de ins conservator, care se opune violent inovației și avansului tehnologic (n.t.).

deşi o statistică ne dă o sugestie: în vreme ce vocabularul total al oricărei limbi orale numără câteva mii de cuvinte, o singură limbă, în care s-a scris cel mai mult, engleza, posedă un vocabular documentat ce trece bine de un milion de cuvinte, un corp ce sporeşte cu mii de termeni anual. Aceste cuvinte nu există numai în prezent. Fiecare cuvânt are o proveniență şi o istorie care se topesc în viaţa lui de astăzi.

Prin cuvinte începem să lăsăm după noi semne, ca nişte firimituri de pâine: amintiri în simboluri, pe care alţii să le urmeze. Furnicile îşi depun feromonii, urme de informaţie chimică; Tezeu a deşirat firul Ariadnei. Acum, oamenii lasă în urma lor mărturii de hârtie. înainte de scriere, comunicarea era evanescentă şi locală; sunetele străbat câţiva metri şi se sting în uitare. Dispariţia cuvântului vorbit era de la sine înţeleasă. Vorbirea era atât de efemeră, încât rarul fenomen al ecoului, un sunet auzit o dată şi încă o dată, părea un soi de magie. “Pentru acest miraculos ricoşeu al vocii, grecii aveau un nume frumos şi îi spuneau Echo”, scria Pliniu.9 “Simbolul vorbit”, după cum observa Samuel Butler, “piere instantaneu fără urme materiale şi, dacă vieţuieşte cât de cât, aceasta se întâmplă numai în minţile celor care l-au auzit”. Butler putea să enunţe acest adevăr tocmai când era pe cale să fie infirmat pentru prima oară, la sfârşitul secolului al XIX-lea, de apariţia tehnologiilor electrice de captare a vorbirii. Tocmai pentru că nu mai era pe deplin adevărat, acest fapt a putut să fie sesizat cu claritate. Butler a completat deosebirea: “Simbolul scris se întinde la infinit, în ceea ce priveşte timpul şi spaţiul, sfera în care o minte poate să comunice cu alta; el dă minţii scriitorului o viaţă limitată de durata cernelii, a hârtiei şi a cititorilor, în contrast cu cea a trupului său în came şi oase”.10

Dar noul canal [de comunicaţie] face mai mult decât să extindă canalul precedent. El face posibilă reutilizarea şi rearanjarea celor păstrate în memorie - modalităţi noi. El

permite întregi noi arhitecturi ale informaţiei. Printre ele se numără istoria, dreptul, afacerile, matematica şi logica. Dincolo de conţinutul lor, aceste categorii reprezintă tehnici noi. Forţa se află nu doar în cunoaştere, conservată şi transmisă mai departe, oricât de valoroasă, ci şi în metodologie: indicaţii codificate vizual, actul de transfer, substituind lucrurile prin semne. Şi apoi, mai târziu, semnele prin semne.

Oamenii din paleolitic au început acum cel puţin 30 000 de ani să scrijelească şi să picteze forme ce aminteau ochiului imagini de cai, peşti şi vânători. Aceste semne în lut sau pe pereţii peşterilor aveau scopuri artistice sau magice, iar istoricii sunt reticenţi în a le numi scriere, însă ele au început să înregistreze stări sufleteşti în medii externe. Intr-un mod diferit, noduri de frânghie şi crestături în beţe slujeau drept ajutoare ale memoriei. Acestea puteau fi transportate ca mesaje. Semne în ceramica folosită în olărit sau în materiale de construcţii puteau să indice proprietatea. însemne, imagini, pictograme, petroglife - pe măsură ce aceste forme au devenit stilizate, convenţionale şi, astfel, tot mai abstracte, s-au apropiat de ceea ce noi înţelegem prin scriere, dar încă o tranziţie era decisivă, de la reprezentarea lucrurilor la reprezentarea limbii vorbite: adică o reprezentare strămutată de două ori. Există o progresie de la pictografic, *scrierea imaginii*, la ideografic, *scrierea ideii*, şi apoi spre logografic, *scrierea cuvântului*.

Scrierea chineză a început această tranziţie undeva în urmă cu 4 500 - 8 000 de ani: semne care au început ca imagini au ajuns să reprezinte unităţi sonore cu sens. Deoarece unitatea de bază era cuvântul, erau necesare mii de simboluri distincte. Este eficient într-o privinţă, ineficient în alta. Chineza unifică o mulţime de limbi vorbite diferite: oameni care nu-şi pot vorbi unii altora pot să scrie unii pentru alţii. Ea foloseşte cel puţin cincizeci de mii de simboluri, cam şase mii uzuale şi cunoscute de majoritatea chinezilor care ştiu să scrie. Prin rapide trăsături

diagramatice, ei codifică relaţii semantice multi-dimensionale. Un procedeu este simpla repetiţie: *copac* + *copac* + *copac* = *pădure*; mai abstract, *soare* + *lună* = *strălucire* şi *est* + *est* = *oriunde*. Procesul de compunere dă naştere unor suprize: *bob* + *cuţit* = *profit*; *mână* + *ochi* = *chip*. Caracterele îşi pot schimba înţelesul prin reorientarea elementelor lor: de la *copil* la *naştere* şi de la *om* la *cadavru*. Unele elemente sunt fonetice; unele sunt chiar calambururi. In totalitate, este cel mai bogat şi cel mai complex sistem de scriere pe care l-a elaborat vreodată omenirea. Analizând scrierile pornind de la cât de multe simboluri sunt necesare şi câtă semnificaţie poartă fiecare simbol individual, chineza a devenit un caz extrem: cel mai cuprinzător set de simboluri şi, individual, cel mai plin de semnificaţie. Sistemele de scriere pot urma căi alternative: mai puţine simboluri, fiecare purtând mai puţină informaţie. Un stadiu intermediar este silabarul, un sistem de scriere fonetică ce foloseşte caractere individuale pentru a reprezenta silabe, care pot să aibă sau nu semnificaţie. Câteva sute de caractere pot servi o limbă.

Sistemul de scriere aflat la extrema opusă a avut nevoie de cel mai îndelungat timp până să apară: alfabetul, câte un simbol pentru un sunet minimal. Alfabetul este cel mai reductionist, cel mai subversiv dintre toate formele de scriere.

în toate limbile pământului există numai un singur cuvânt pentru *alfabet* (*alphabet*, *alfabeto*, a^cJjaBUT, oÄ(J)aßr|To). Alfabetul a fost inventat o singură dată. Toate alfabetele cunoscute, folosite astăzi sau dezgropate, scrise pe tăbliţe de lut şi în piatră, descind din acelaşi strămoş originar, care s-a născut lângă litoralul estic al Mării Mediterane, cândva nu mult înainte de 1500 î.Hr., într-o regiune care a devenit o răscruce culturală politic instabilă, acoperind Palestina, Fenicia şi Asiria. Spre est se afla marea civilizaţie din Mesopotamia, cu scrierea sa cuneiformă având deja o vechime de un mileniu; în josul ţărmului, spre sud-vest se

întindea Egiptul, unde hieroglifele s-au dezvoltat simultan şi independent. Negustorii călătoreau, de asemenea, din Cipru şi Creta, aducând cu ei sistemele lor incompatibile. Laolaltă cu hieroglifele celor din Minos, ale hitiţilor şi anatolienilor, făceau o tocană simbolică. Castele preoţeşti conducătoare aveau interese legate de sistemele lor de scriere. Cine poseda înscrisurile era stăpânul legilor şi al riturilor. Insă autoconservarea trebuia să concureze cu dorinţa de comunicare rapidă. Tipurile de scriere erau conservatoare; noua tehnologie era pragmatică. Un sistem simbolic minimal, cu numai douăzeci şi două de semne, a fost inovaţia popoarelor semitice din sau de lângă Palestina. Savanţii indică în mod firesc Kiriath-sepher, traductibil prin "oraşul cărţii", şi Byblos, "oraşul papirusului", dar nimeni nu ştie cu precizie şi nimeni nu poate şti. Paleograful are o unică problemă de încărcare a sistemului de operare. Numai scrierea face posibilă propria ei istorie. Cea mai proeminentă autoritate din secolul XX în materie de alfabet, David Diringer, cita un savant de dinaintea lui: "Nu a existat un om care să fi putut să se aşeze şi să spună: «Acum voi fi primul om care scrie».”11

Alfabetul s-a răspândit prin contagiune. Noua tehnologie era atât virusul, cât şi vectorul de transmitere. Nu putea fi monopolizat şi nu putea fi suprimat. Până şi copiii puteau să înveţe acele câteva litere, uşurele şi fără încărcătură semantică. Trasee divergente au condus la alfabetele lumii arabe şi la cele din nordul Africii; la cel ebraic şi "la cel fenician; peste Asia Centrală, la Brahmi şi la scrierile indiene înrudite; şi la cel din Grecia. Noua civilizaţie care se năştea acolo a dus alfabetul la un grad înalt de perfecţiune. Printre altele, a fost urmat de alfabetul latin şi de cel chirilic.

Grecia nu avusese nevoie de alfabet ca să creeze o literatură - fapt pe care savanţii l-au înţeles cu invidie, începând cu anii 1930. S-a întâmplat atunci când Milman Parry, un lingvist structuralist care a studiat tradiţia vie a

poeziei epice orale din Bosnia şi Herţegovina, a susţinut că *Iliada* şi *Odiseea* nu numai că e posibil să fi fost compuse şi cântate fără folosirea scrierii, ci cu siguranţă aşa s-a întâmplat. Metrica, redundanţa unor formule, de fapt însăşi poezia marilor opere serveau, în primul rând şi mai presus de orice, să ajute memoriei. Forţa sa incantatorie făcea din vers o capsulă a timpului, capabilă să transmită o enciclopedie virtuală a culturii de-a lungul generaţiilor. Argumentele sale au fost la început controversate şi apoi copleşitor de convingătoare - dar numai pentru că poemele *au fost* scrise, cândva în secolul al VI-lea sau al VII-lea î.Hr.

Acest act - transcrierea epopeilor homerice - a avut ecou de-a lungul timpului. “A fost ca un fulger în istoria omenirii, prin care subiectivitatea familiarităţii a fost convertită în foşnetul foilor de hârtie pe un pupitru “, a spus Eric Havelock, un clasicist britanic care l-a urmat pe Parry. “A reprezentat o intruziune în sfera culturii, cu rezultate ce s-au dovedit ireversibile. A pus bazele destructurării modului oral de viaţă şi de gândire.”12

Transcrierea lui Homer a convertit această mare poezie într-un nou mediu şi a făcut din ea ceva neplanificat: de la un şir efemer de cuvinte create de fiecare dată din nou de către rapsod şi dispărând apoi, chiar dacă aveau ecou în urechile ascultătorului, la un vers fix, însă transportabil, pe o coală de papirus. Dacă acest mod alienat, uscat era potrivit pentru creaţia poeziei şi a cântecului rămânea de văzut. Intre timp, cuvântul scris a fost de ajutor unor forme de discurs ceva mai lumeşti: cereri adresate zeilor, texte de lege şi acorduri economice. Scrisul a dat naştere, de asemenea, discursului despre discurs. Textele scrise au devenit obiecte ale unui tip nou de interes.

Dar cum să vorbească cineva despre ele? Cuvintele care să descrie elementele acestui discurs nu existau în vocabularul lui Homer. Limbajul unei culturi orale trebuia să fie turnat în forme noi; astfel, s-a născut un nou vocabular. Poemele erau văzute ca având o *topică* - cuvântul

însemnând, anterior, “loc”. Ele aveau o *structură*, prin analogie cu construcţiile. Erau alcătuite din *intrigă* şi *stil*. Aristotel putea acum să vadă lucrările barzilor ca pe nişte “reprezentări ale vieţii”, născute din impulsul natural spre imitaţie, care începe în copilărie. Dar el mai trebuia să explice şi alte scrieri cu scopuri diferite - dialogurile socratice, de exemplu, şi tratatele medicale sau ştiinţifice - şi acel tip general de lucrări, printre care, probabil, şi ale sale, “se întâmplă, până în zilele noastre, să nu aibă niciun nume”.13 Havelock l-a descris ca pe un război cultural, o nouă conştiinţă şi un nou limbaj războindu-se cu vechea conştiinţă şi cu vechiul limbaj: “Conflictul dintre ele a avut contribuţii esenţiale şi permanente la vocabularul întregii gândiri abstracte. Corp şi spaţiu, materie şi mişcare, permanenţă şi schimbare, calitate şi cantitate, combinare şi separare se numără printre casele de schimb ale monedei curente acum în circulaţie”.14

însuşi Aristotel, fiu al medicului regelui din Macedonia şi gânditor pasionat, organizat, a încercat să sistematizeze cunoaşterea. Durabilitatea scrisului a făcut cu putinţă structurarea a ceea ce se ştia despre lume şi, apoi, a ceea ce se cunoştea despre cunoaştere. De îndată ce un om putea să scrie nişte cuvinte, să le examineze, să le revadă a doua zi şi să cerceteze înţelesul lor, acela devenea un filosof, şi filosoful a început cu o tăbliţă goală şi cu un vast proiect de definire ce trebuia să fie întreprins. Cunoaşterea putea să înceapă a se înălţa din sistemul de operare. Pentru Aristotel, cele mai elementare noţiuni meritau să fie consemnate şi era necesar să fie înregistrate:

Un început este ceea ce nu urmează cu necesitate din orice altceva, ci un al doilea lucru există sau are loc în mod natural după el. Invers, un *sfârşit* este ceea ce natural urmează după ceva diferit, fie cu necesitate sau în general, dar nu mai există nimic după el. Un *mijloc* este ceea vine după ceva diferit şi un alt lucru vine după el.15

Acestea sunt afirmaţii nu despre experienţă, ci despre utilizările limbajului pentru a structura experienţa. In acelaşi mod, grecii au creat *categorii* (originar, acest cuvânt însemna “acuzaţii” sau “predicţii”) ca mijloc de clasificare a unor specii de animale, insecte şi peşti. în schimb, ei puteau acum să clasifice idei. Acesta a fost un mod de gândire radical şi diferit.

Platon a avertizat că el putea să fie respingător pentru majoritatea oamenilor:

Mulţimea nu poate să accepte ideea de frumuseţe în sine mai degrabă decât multe lucruri frumoase, nici orice ar fi conceput în esenţa sa în loc de numeroase lucruri particulare. Astfel, mulţimea nu poate să fie filosofică.16

Prin “mulţime” putem să înţelegem “analfabeţi”. Ei “se pierd şi rătăcesc prin multiplicitatea lucrurilor variate”, declara Platon, privind înapoi către cultura orală ce încă îl înconjura. “Ei nu au niciun model viu în sufletele lor.”17

Şi ce era acel model viu? Havelock s-a concentrat asupra procesului de convertire mentală de la o “proză narativă” la o “proză de idei”; organizarea experienţei în termeni categoriali mai degrabă decât în funcţie de evenimente; adoptarea disciplinei abstracţiunilor. El avea în minte un cuvânt pentru acest proces, iar cuvântul era *gândire*. Aceasta a fost descoperirea, nu numai a sinelui, ci a *gândirii* sinelui - de fapt, adevăratul început al conştiinţei.

In lumea noastră de alfabetizare înrădăcinată, gândirea şi scrierea abia dacă par nişte activităţi corelate. Noi ne-o putem imagina pe cea de-a doua ca fiind dependentă de prima, dar, cu siguranţă, nu şi invers: oricine gândeşte, fie că scrie sau nu. Dar Havelock avea dreptate. Cuvântul scris - cuvântul durabil - a fost o premisă necesară a gândului conştient aşa cum îl înţelegem noi. A fost declanşatorul unei schimbări de ansamblu şi ireversibile a psihicului omenesc - *psyche* fiind cuvântul preferat de Socrate/Platon, pe care s-au străduit să-l înţeleagă. Platon, după cum o spune Havelock, încearcă pentru prima oară în istorie să

identifice acest grup de calităţi mentale generale şi caută un termen cu care să-l denumească satisfăcător, încadrându-l într-un tip unic..El a fost cel care l-a prefigurat şi l-a identificat corect. Prin aceasta, el a confirmat şi, să spunem aşa, a bătutîn cuie bănuielile generaţiei precedente ce şi-a căutat calea spre *ideea* care se poate "gândi" şi spre înţelegerea faptului că gândirea era un gen foarte special de activitate psihică, foarte inconfortabil, dar totodată şi foarte incitant, şi unul care solicita un mod foarte nou de folosire a limbii greceşti.18

Făcând un pas mai departe pe calea abstractizării, Aristotel a desfăşurat categoriile şi relaţiile într-o ordine rigidă pentru a dezvolta un simbolism al argumentării raţionale: logica - de la *Xôyoç*, *logos*, nu-tocmai-traductibilul cuvânt din care provin atât de multe, însemnând "vorbire", "raţiune", "discurs" sau, în cele din urmă, "cuvânt".

Se poate imagina existenţa logicii independentă de scriere - silogismele pot fi la fel de bine vorbite sau scrise -, dar nu este aşa. Vorbirea este prea efemeră pentru a permite analiza. Logica descinde din cuvântul scris, în Grecia tot atât cât şi în India sau China, unde s-a dezvoltat în mod independent.19 Logica transformă actul de abstractizare într-un instrument de determinare a ceea ce este adevărat şi a ceea ce este fals: adevărul poate fi descoperit numai în cuvinte, separate de experienţa concretă. Logica îşi capătă forma prin înlănţuiri: secvenţe ale căror membri se leagă unul de altul. Concluziile urmează din premise. Acestea solicită un grad de constanţă. Ele nu au forţă decât dacă oamenii pot să le examineze şi să le evalueze, în contrast, o naraţiune orală se dezvoltă prin adăugire, cuvintele defilând prin faţa unui receptor, prezente pentru scurt timp şi duse apoi, interacţionând prin intermediul memoriei şi asociaţiei. La Homer nu există silogisme. Experienţa este ordonată în funcţie de evenimente, nu de categorii. Numai odată cu scrierea structura narativă ajunge să încorporeze argumente susţinute raţional. Aristotel a păşit la un alt

nivel, privind studiul acestor argumente - nu numai utilizarea argumentului, ci studierea lui - ca pe un instrument. Logica lui exprimă o progresivă conştiinţă de sine a cuvintelor din care sunt alcătuite argumentele. Atunci când desfăşoară premise şi concluzii - *Dacă nu este posibil pentru niciun om să fie cal*, *nu este*, *de asemenea*, *admisibil pentru niciun cal să fie om*; *şi dacă nu este admisibil pentru niciun veşmânt să fie alb*, *nu este*, *de asemenea*, *admisibil pentru nimic alb să fie veşmânt*. *Pentru că*, *dacă orice lucru alb trebuie să fie un veşmânt*, *atunci unele veşminte vor fi în mod necesar albe20* -, el nici nu cere, nici nu implică vreo experienţă personală a cailor, veşmintelor sau culorilor. El a ieşit din acel domeniu. Şi, totuşi, el pretinde ca, prin manipularea cuvintelor, să creeze totuşi cunoaştere, şi încă o ramură superioară a cunoaşterii.

"Ştim că logica formală este invenţia culturii greceşti după ce aceasta a interiorizat tehnologia scrierii alfabetice", spune Walter Ong - e tot atât de adevărat în ceea ce priveşte India şi China -, "şi astfel a făcut o componentă permanentă a resurselor sale noetice din acel gen de gândire pe care scrierea alfabetică a făcut-o posibilă".21 Pentru dovezi, Ong se îndreaptă spre domeniul de activitate al psihologului Aleksandr Romanovich Luria, care a studiat popoarele analfabete din îndepărtatele regiuni Uzbekistan şi Kârgâzstan din Asia Centrală a anilor 1930. Luria a descoperit diferenţe izbitoare între subiecţii analfabeţi şi cei chiar puţin ştiutori de carte, nu în ceea ce priveşte ceea ce ei ştiau, ci modul cum gândeau.22 Logica implică direct simbolismul: lucrurile sunt membri ai unor clase; ele posedă calităţi, care sunt abstractizate şi generalizate. Indivizii orali erau lipsiţi de categoriile care devin o a doua natură chiar şi pentru indivizii analfabeţi din culturile literate: de exemplu, pentru formele geometrice. Fiindu-le arătate desene cu cercuri şi pătrate, ei le-au numit "farfurie, ciur, găleată, ceas sau lună", respectiv "oglindă, uşă, casă, masă de

uscat caise”. Ei nu puteau, sau nu erau dispuşi, să accepte silogisme logice. O întrebare tipică:

în Nordul îndepărtat, unde este zăpadă, toţi urşii sunt albi.

Novaya Zemlea este în Nordul îndepărtat şi acolo este zăpadă tot timpul.

Ce culoare are ursul?

Răspuns tipic: “Nu ştiu. Eu am văzut un urs negru. Alţii nu am văzut..Fiecare localitate are propriile ei animale”.

In contrast, un om care tocmai învăţase să scrie şi să citească răspunde: “Potrivit spuselor tale, toţi ar trebui să fie albi”. Potrivit spuselor tale - în acea frază, s-a trecut la alt nivel. Informaţia a fost detaşată de orice persoană, desprinsă de experienţa vorbitorului. Acum ea trăieşte în cuvinte, mici module de supravieţuire. Cuvintele vorbite poartă şi ele informaţii, dar nu cu acea conştiinţă de sine pe care o aduce scrierea. Oamenii alfabetizaţi iau de bună propria lor conştientizare a cuvintelor, împreună cu ordinea maşinăriei legate de cuvinte: clasificarea, referinţa, definiţia. înainte de alfabetizare, nu există nimic evident în legătură cu astfel de tehnici. “încearcă să-mi explici ce este un copac”, spune Luria, iar un ţăran îi răspunde: “De ce? Toţi ştiu ce este un copac, nu au nevoie să le spun eu”.

“în esenţă, acel ţăran avea dreptate”, comentează Ong. “Nu există nicio cale de a respinge lumea oralităţii primare. Tot ceea ce poţi face este să ieşi din ea mergând spre alfabetizare.”23

Este un drum întortocheat de la lucruri spre cuvinte, de la cuvinte spre categorii, de la categorii spre metaforă şi logică. Oricât de nenatural părea să defineşti *copacul*, era încă şi mai complicat să defineşti *cuvântul*, iar cuvinte ajutătoare precum *a defini* nu erau la început disponibile, întrucât nu fusese niciodată nevoie de ele. “în copilăria logicii, o formă de gândire trebuia să fie inventată înainte de a fi umplută cu conţinut”, spunea Benjamin Jowett, traducătorul lui Aristotel din secolul al XIX-lea.24 Limbile vorbite aveau nevoie să evolueze în continuare.

Limba şi raţionamentul se potriveau atât de bine, încât utilizatorii lor nu puteau întotdeauna să vadă defectele şi lacunele. Şi totuşi, de îndată ce orice cultură inventa logica, apăreau paradoxurile. In China, aproape contemporan cu Aristotel, filosoful Gongsun Long a prins câteva dintre acestea în forma unui dialog, cunoscut drept “Când un cal alb nu este cal”. A fost scris pe fâşii de bambus, legate cu sfori, înainte de inventarea hârtiei. El începe aşa:

Se poate ca un cal alb să nu fie cal?

Se poate.

Cum?

“Cal” este ceva prin intermediul căruia se numeşte forma. “Alb” este ceva prin intermediul căruia se numeşte culoarea. Ceea ce numeşte culoarea nu este ceea ce numeşte forma. Prin urmare, spun că un cal alb nu este cal.25

La suprafaţă, este ceva insondabil. începe prin a aduce în centrul atenţiei o afirmaţie despre limbaj şi logică. Gongsun Long era membru al Mingja, Şcoala Numelor, iar adâncirea lui în aceste paradoxuri făcea parte din ceea ce istoricii chinezi numesc “criza limbajului”, o dispută privind natura limbii.

Clasele nu sunt coextensive cu subclasele. Astfel, inferenţe aparent nevinovate deraiază: “Unui om îi displac caii albi” nu implică propoziţia “Unui om îi displac caii”.

Gândeşti că acei cai care sunt coloraţi nu sunt cai. în lume, nu se întâmplă să existe cai fără culoare. Se poate să nu existe cai în lume?

Filosoful face lumină asupra procesului de abstractizare în clase pe bază de proprietăţi: culoare albă; condiţia de cal.[17] Fac parte aceste clase din realitate, sau ele există numai în limbaj?

Caii au, desigur, culoare. Prin urmare, există cai albi. în cazul în care caii n-ar avea culoare, nu ar fi cai, şi atunci

17 în original: whiteness; horsiness - „albeața" și „cabalinitatea"; ne reîntâlnim cu problema semnalată la începutul acestui capitol (n.t.).

cum se poate alege un cal alb? Un cal alb este cal şi alb. Un cal şi ceva alb sunt diferite. Aşadar, spun că un cal alb nu este cal.

Peste două milenii, filosofii continuă să se căznească cu aceste texte. Căile logicii în gândirea modernă sunt contorsionate, frânte şi complicate. De vreme ce paradoxurile par a fi în limbaj sau legate de limbaj, un mod de a scăpa de ele era purificarea acestui medium: să se elimine cuvintele ambigue şi sintaxa lânoasă, să se utilizeze simboluri riguroase şi pure. Adică să se transforme în matematică. La începutul secolului XX, se părea că numai un sistem construit deliberat din simboluri ar putea face ca logica să funcţioneze aşa cum trebuie - fără eroare şi paradoxuri. Acest vis s-a dovedit a fi unul iluzoriu: paradoxurile aveau să se strecoare înapoi, dar nimeni nu putea spera să înţeleagă acest lucru până când drumurile logicii şi ale matematicii aveau să devină convergente.

Matematica, de asemenea, a fost o urmare a inventării scrierii. Grecia este adesea considerată izvorul râului care devine matematica modernă, cu toţi numeroşii săi afluenţi de-a lungul secolelor. Insă grecii înşişi făceau aluzii la o altă tradiţie - antică, pentru ei - pe care o numeau caldeeană şi pe care noi o înţelegem a fi cea babiloniană. Acea tradiţie a dispărut în nisipuri, nescoasă la suprafaţă până la sfârşitul secolului al XIX-lea, când tăbliţele de lut au fost dezgropate din colinele oraşelor pierdute.

La început au fost câteva, apoi mii de tăbliţe, în mod tipic de mărimea unei mâini de om, gravate cu o scriere deosebită, ascuţită, colţuroasă, numită cuneiformă, “săpată cu icul” Cuneiforma matură nu era nici pictografică (simbolurile erau vagi şi abstracte), nici alfabetică (erau de departe prea numeroase). în 3 000 î.Hr., un sistem cu aproximativ şapte sute de simboluri a înflorit la Uruk, oraşul împrejmuit de ziduri, probabil cel mai mare din lume, căminul regelui-erou Ghilgameş, în mlaştinile aluvionare de lângă fluviul Eufrat. Arheologii germani au făcut săpături la

Uruk, într-o serie de mai multe excavaţii, de-a lungul secolului XX. Materialele pentru această cea mai veche tehnologie a informaţiei se găseau din belşug. Cu nişte lut umed ţinut într-o mână şi cu un stil ascuţit de trestie în cealaltă, un scrib putea să imprime mici caractere în coloane şi pe rânduri.

O tăbliţă cuneiformă

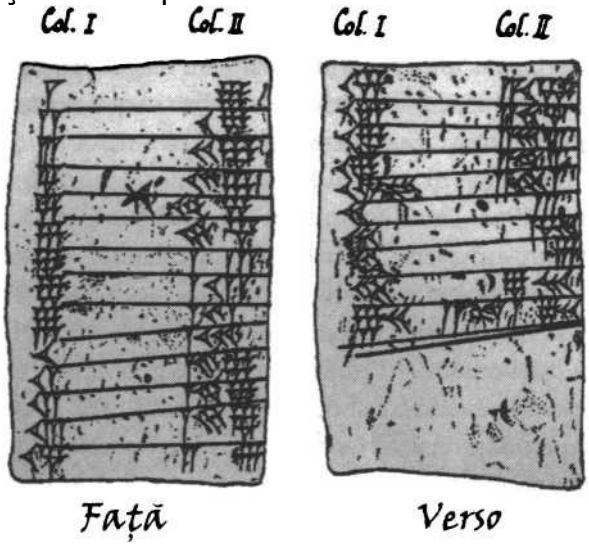
Rezultatul: mesaje criptice din partea unei culturi străine. A fost nevoie de generaţii pentru a fi descifrate. “Scrierea, ca o cortină de teatru ridicându-se de peste aceste civilizaţii orbitoare, ne permite să le privim în mod direct, deşi imperfect”, scrie psihologul Julian Jaynes.27 Unii europeni au avut la început nişte bănuieli. “Asirienilor, chaldeenilor şi egiptenilor”, scria în secolul al XVII-lea teologul Thomas Sprat, “le datorăm invenţia”, dar totodată şi “corupţia cunoaşterii”, atunci când au ascuns-o cu scrierile lor bizare. “Era în obiceiul înţelepţilor lor să-şi învăluie observaţiile asupra naturii şi asupra modului de viaţă al oamenilor în umbrele întunecate ale *hieroglifelor*”*23* (ca şi cum antici mai prietenoşi folosiseră un alfabet mai familiar lui Sprat). Cele mai timpurii exemple de cuneiforme i-au derutat cel mai mult timp pe arheologi şi paleolingvişti deoarece prima limbă scrisă, sumeriană, nu a lăsat nicio altă urmă în cultură sau în vorbire. Sumeriană s-a arătat a fi o raritate lingvistică, izolată, fără descendente cunoscute. Când

savanţii au reuşit să citească tăbliţele din Uruk, au găsit că erau, în felul lor, banale: documente civile, contracte şi legi, chitanţe şi note de plată pentru orz, vite, ulei, rogojini şi articole de olărit. Nimic de genul poeziei sau literaturii nu a apărut în cuneiforme timp de sute de ani. Tăbliţele erau martorele cotidiene ale naşterii comerţului şi birocraţiei. Tăbliţele nu doar înregistrau comerţul şi birocraţia, ci, în primul rând, le făceau posibile.

Chiar pe atunci, cuneiformele conţineau semne pentru socotit şi măsurat. Diferite caractere, folosite în diferite chipuri, puteau să indice numere şi greutăţi. O abordare mai sistematică a scrierii numerelor nu a prins formă până pe vremea lui Hammurabi, 1750 î.Hr., când Mesopotamia a fost unificată în jurul marelui oraş Babilon. Hammurabi însuşi a fost probabil primul rege literat, scriindu-şi propriile cuneiforme fără să depindă de scribi, iar crearea imperiului său a demonstrat legătura dintre scriere şi controlul social. “Acest proces de cucerire şi influenţă devine posibil prin litere, tăbliţe şi stele funerare într-o abundenţă nemaicunoscută înainte”, declară Jaynes. “Scrierea era o nouă metodă de conducere civilă, realmente modelul care inaugurează propriul nostru guvernământ bazat pe comunicare prin documente.”28

Scrierea numerelor evoluase într-un sistem complicat. Numerele erau compuse din numai două părţi elementare, un cui vertical pentru 1 (I) şi un cui unghiular pentru 10 (<). Acestea erau combinate pentru a forma caracterele standard, astfel încât TTT reprezenta 3 şi <ffî reprezenta 16, şi aşa mai departe. Dar sistemul babilonian nu era zecimal, în baza 10; era sexazecimal, în baza 60. Fiecare dintre numeralele de la 1 la 60 avea propriul său caracter. Pentru formarea numerelor mari, babilonienii foloseau poziţionarea numerelor: 1 < era 70 (un 60 plus 10 de 1); 1 <fff era 616 (zece de 60 plus şaisprezece de 1), şi aşa mai departe. Nimic din toate acestea nu era clar atunci când tăbliţele au început să iasă la suprafaţă. O temă de bază cu

variaţiuni, întâlnită de multe ori, s-au dovedit a fi tablele înmulţirii. Intr-un sistem sexazecimal, trebuia ca acestea să cuprindă numerele de la 1 la 19, precum şi 20, 30, 40 şi 50. încă şi mai dificil de descifrat erau tablele de numere inverse, care făceau posibile împărţirea şi numerele fracţionare: în sistemul în baza 60, inversele erau 2:30, 3:20, 4:15, 5:12.Şi apoi, folosind extrapoziţionarea, 8:7,30, 9:6,40, şi aşa mai departe.[18]



O tabelă matematică pe o tăbliţă cuneiformă analizată de către Asger Aaboe

Aceste simboluri nu erau propriu-zis cuvinte - sau erau cuvinte de un gen aparte, sărac şi rigid. Ele păreau să se aranjeze singure în modele vizibile în lut, repetitive, aproape artistice, deloc asemănătoare cu orice fel de proză sau poezie întâlnite de către arheologi. Erau ca nişte hărţi ale unui oraş misterios. Aceasta a fost cheia descifrării lor,

18 Se obișnuiește să se scrie un număr cuneiform cu două poziții cu o virgulă - cum ar fi „7,30” Dar scribii nu foloseau o atare punctuație și, de fapt, notația lor lăsa valorile poziționale nedefinite; adică numerele lor erau ceea ce noi am numi „virgulă flotantă". Un număr cu două poziții, precum 7,30, putea fi 450 (șapte de 60 + treizeci de 1) sau 7% (șapte de 1 + treizeci de 1/60) (n.a.).

în cele din urmă: haosul ordonat care părea să garanteze prezenţa sensului. Oricum, părea o sarcină pentru matematicieni şi, până la urmă, a fost. Ei au recunoscut progresii geometrice, tabele de puteri şi chiar instrucţiuni pentru calculul rădăcinilor pătratice şi cubice. Familiarizaţi cu naşterea matematicii un mileniu mai târziu în Grecia antică, aceşti savanţi au fost uimiţi de lărgimea şi de adâncimea cunoaşterii matematice care a existat anterior în Mesopotamia. “S-a presupus că babilonienii avuseseră un fel de misticism al numărului sau numerologie”, scria Asger Aaboe în 1963, “însă acum ştim cât de departe de adevăr era această presupunere”".30 Babilonienii calculau ecuaţii liniare, ecuaţii pătratice şi numere pitagoreice mult timp înainte de Pitagora. In contrast cu matematica elină ce a urmat-o, matematica babiloniană nu punea accent pe geometrie, exceptând problemele practice; babilonienii calculau arii şi perimetre, însă nu au demonstrat teoreme. Şi, totuşi, puteau (de fapt) să reducă polinoame complicate de ordin secund. Matematica lor părea să acorde valoare puterii de calcul mai presus de toate.

Acest fapt nu putea să fie apreciat până când puterea de calcul a început să însemne ceva. în momentul în care matematicienii moderni şi-au îndreptat atenţia spre Babilon, numeroase tăbliţe importante fuseseră deja distruse sau risipite. Fragmente recuperate la Uruk înainte de 1914, de exemplu, erau împrăştiate pe la Berlin, Paris sau Chicago şi abia peste cincizeci de ani s-a descoperit că ele conţineau metodele incipiente ale astronomiei. Pentru a demonstra acest lucru, Otto Neugebauer, cel mai important istoric al matematicii antice din secolul XX, a trebuit să reasambleze tăbliţe ale căror fragmente se găseau de o parte şi de alta a Oceanului Atlantic. în 1949, când numărul tăbliţelor cuneiforme găzduite în muzee a atins (potrivit estimării sale aproximative) o jumătate de milion, Neugebauer se lamenta: “Sarcina noastră poate fi, prin urmare, pe drept cuvânt, comparată cu reconstituirea istoriei matematicii din

câteva pagini rupte, care au supravieţuit întâmplător distrugerii unei mari biblioteci”.31

în 1972, Donald Knuth, unul dintre primii informaticien! de la Stanford, a cercetat resturile unei vechi tăbliţe babiloni-iene, de mărimea unei cărţi obişnuite, jumătate aflându-se la British Museum din Londra, un sfert la Staatliche Museum din Berlin, restul lipsind, şi a văzut ceea ce, în mod anacronic, nu putea să descrie altfel decât ca un algoritm:

Un bazin.

înălţimea este de 3,20 şi a fost excavat un volum de 27,46,40.

Lungimea depăşeşte lăţimea cu 50.

Poţi lua reciproca înălţimii, 3,20, şi se obţine 18.

Se înmulţeşte aceasta cu volumul, 27,46, 40 şi se obţine 8,20.

Se ia jumătate din 50 şi se ridică la pătrat, obţinându-se 10,25.

Se adună 8,20 şi se obţine 8,30,25.

Rădăcina pătrată este 2,55.

Se fac două copii după aceasta, adunând la una şi scăzând din cealaltă.

Găseşti că 3,20 este lungimea şi 2,30 este lăţimea.

Aceasta este procedura.32

“Aceasta este procedura” era o încheiere standard, ca o binecuvântare, şi pentru Knuth înmiresmată cu sens. La Luvru a găsit o “procedură” care i-a adus aminte de un program piramidal de pe un Burroughs B5500. “Ii putem lăuda pe babilonieni pentru dezvoltarea unui mod elegant de a explica un algoritm prin exemplificare, odată ce algoritmul însuşi a fost definit”, a spus Knuth. Până atunci, el însuşi fusese captivat de proiectul definirii şi explicării algoritmului; a fost uluit de ceea ce a găsit pe tăbliţele antice. Scribii notau instrucţiuni de plasare a numerelor în anumite locuri - pentru a face “copii” ale unui număr şi pentru a păstra un număr “în capul tău”. Această idee, a

cantităţilor abstracte ocupând locuri abstracte, nu va reveni la viaţă decât mult mai târziu.

Unde se găseşte un simbol? Ce este un simbol? Chiar punerea unor astfel de întrebări avea nevoie de o conştiinţă de sine care nu a apărut în mod natural. Odată puse, întrebările continuau să se înmulţească. *Priviţi aceste semne*, implorau filosofii. *Ce sunt ele*?

"în esenţă, literele sunt forme indicând glasuri", explica John de Salisbury în Anglia medievală. "Prin urmare, ele reprezintă lucruri pe care le aduc în minte prin ferestrele ochilor."33 John a fost secretarul şi scribul arhiepiscopului de Canterbury în secolul al XII-lea. El a slujit cauza lui Aristotel ca avocat şi comisionar. Lucrarea sa *Metalogicon* nu doar a stabilit principiile logicii aristotelice, ci i-a îndemnat pe contemporanii lui să se convertească la ele, ca la o nouă religie. (Nu a rostit vorbe mărunte: "Cel care nu vine spre logică lovi-l-ar neîntreruptă şi veşnică spurcăciune".) Punându-şi pana pe pergament în acele vremuri de sărăcie a ştiinţei de carte, el a încercat să examineze actul scrierii şi efectul cuvintelor: "Adesea, ele rostesc fără glas afirmaţiile celui absent".34 Ideea de scriere era încă împletită cu ideea de vorbire. Amestecul de vizual şi auditiv continua să creeze încurcături şi la fel făcea amestecul trecutului cu viitorul: afirmaţiile celui absent. Scrisul sărea peste aceste niveluri.

Fiecare utilizator al acestei tehnologii era un novice. Cei care redactau documente legale formale, precum învoieli şi contracte, simţeau adesea nevoia să exprime senzaţia lor de a vorbi unui auditoriu invizibil: "Oh! Toţi cei care veţi fi auzit şi văzut acestea!".34 (Li s-a părut nepotrivit să folosească timpul verbal direct, aidoma novicilor în materie de mesagerie vocală, lăsând primele lor mesaje prin 1980.) Multe hrisoave se sfârşeau cu formula "Rămâneţi cu bine". înainte ca scrisul să poată fi perceput ca fiind prin sine firesc - să poată deveni o a doua natură -, aceste ecouri de

glasuri trebuiau să dispară. In sine şi de la sine, scrisul trebuia să remodeleze conştiinţa umană.

Printre multele abilităţi dobândite de cultura scrisă, nu cea din urmă a fost puterea de a se scruta pe sine pe dinăuntru. Scriitoriilor le plăcea să discute despre scris, cu mult mai mult decât s-au ostenit vreodată barzii să discute despre vorbire. Ei puteau *să vadă* mediumul şi mesajele sale, să le ridice în faţa ochilor minţii pentru studiu şi analiză. Şi puteau să-l critice - deoarece, chiar de la început, noile abilităţi erau însoţite de un sâcâitor sentiment de pierdere. Era o formă de nostalgie. Platon a simţit-o:

Nu mă potîmpotrivi sentimentului, Phedros, [spuse Socrate] că scrisul seamănă, din nefericire, cu pictura,- căci creaţiile pictorului au atitudinea din viaţă, şi totuşi, dacă le pui oîntrebare, ele păstrează o solemnă tăcere..îţi poţi închipui că ele [cuvintele scrise] posedă inteligenţă, dar, dacă vrei să afli ceva şi pui o întrebare vreunuia dintre ele, vorbitorul îţi dă mereu acelaşi răspuns invariabil.35

Din păcate, cuvântul scris rămâne mut. Este stabil şi imobil. Remuşcările lui Platon au fost, în cea mai mare parte, înlăturate în mileniile următoare, pe măsură ce cultura ştiinţei de carte şi-a dezvoltat multele sale daruri: istoria şi dreptul; ştiinţele şi filosofia; explicaţia reflexivă a artei şi a literaturii însăşi. Nimic din toate acestea nu s-ar fi născut din pura oralitate. Marea poezie putea să se nască şi a făcut-o, însă era costisitoare şi rară. Pentru a crea epopeile lui Homer, pentru a le face auzite, pentru a le susţine peste ani şi mile, se cerea o parte considerabilă din energia culturală disponibilă.

Apoi, lumea dispărută a oralităţii primitive nu a fost mult regretată. Nu până în secolul XX, când, odată cu înmugurirea noilor medii de comunicare, remuşcările şi nostalgia au ieşit din nou la suprafaţă. Marshall McLuhan, care a devenit cel mai celebru purtător de cuvânt al apusei culturi orale, le-a pus în slujba unui argument pentru modernitate. El a ridicat în slăvi noua “eră electrică” nu

pentru noutatea ei, ci pentru reîntoarcerea ei la rădăcinile creativităţii umane. El a văzut-o ca pe o renaştere a vechii oralităţi. “In secolul nostru, «derulăm banda înapoi»“36, declara el, găsind banda lui metaforică într-una dintre cele mai noi tehnologii ale informaţiei. El a elaborat o serie de contraste polemice: cuvântul tipărit contra cuvântului vorbit; rece/cald; static/fluid; neutru/magic; sărăcit/ bogat; standardizat/creator; mecanic/organic; separator/integrator. “Alfabetul este o tehnologie de fragmentare şi specializare vizuală”, a scris el. El conduce la “un deşert de date clasificate”. Un mod de încadrare a criticii pe care o face McLuhan tiparului ar fi să spunem că tiparul oferă numai un canal îngust de comunicare. Canalul este liniar şi chiar fragmentat. Prin contrast, vorbirea - în situaţia primară, de relaţie interumană faţă-în-faţă, vie prin gesturi şi atingere - antrenează toate simţurile, nu numai auzul. Dacă idealul de comunicare este întâlnirea între suflete, atunci scrisul este o palidă umbră a acestui ideal.

Aceeaşi critică a fost adusă altor canale restrânse, create de tehnologii recente - telegraf, radio şi e-mail. Jonathan Miller reformulează argumentul lui McLuhan în termeni cvasitehnici privind informaţia: “Cu cât mai mare numărul de simţuri implicate, cu atât mai mari şansele de a transmite o copie fidelă a stării de spirit a expeditorului”.37[19] In şuvoiul de cuvinte trecute prin urechi sau prin ochi, noi nu simţim numai elementele unul câte unul, ci ritmurile şi tonalităţile lor, cu alte cuvinte muzica lor. Noi, ascultătorul sau cititorul, nu auzim sau citim câte un singur cuvânt o dată; primim mesaje în grupuri mici şi mari. Memoria umană fiind ceea ce este, în scris pot fi sesizate modele mai cuprinzătoare decât în sunet. Ochiul se

19 Nu că Miller ar fi de acord. Dimpotrivă: „Sunt greu de supraestimat subtilele efecte reflexive ale alfabetizării asupra imaginației creatoare, furnizând un depozit cumulativ de idei, imagini și idiomuri, din ale cărui bogate și apreciabile fonduri fiecare artist se bucură de un drept nelimitat de retragere" (n.a.).

poate întoarce. McLuhan considera acest fapt ca fiind dăunător, sau cel puţin minimalizant. “Spaţiul acustic este organic şi integral”, a spus el, “perceput prin interacţiunea simultană a tuturor simţurilor; pe când spaţiul «raţional» sau pictural este uniform, secvenţial şi continuu, şi creează o lume închisă fără nimic din rezonanţa bogată a unui *echoland*[20] tribal”. Pentru McLuhan, *echoland-uî* tribal este Raiul.

Datorită dependenţei lor de cuvântul vorbit pentru a primi informaţii, oamenii erau strânşi laolaltă într-un năvod tribal...cuvântul vorbit este mai încărcat emoţional decât cel scris....Omul tribal audio-tactil se împărtăşea din inconştientul colectiv, trăia într-o magică lume integrală, modelată de mit şi de ritual, de valorile sale divine.38[21]

Până la un punct, poate. Şi totuşi, cu trei secole în urmă, Thomas Hobbes, privind din unghiul de vedere privilegiat de o ştiinţă de carte încă recentă, a văzut o privelişte mai puţin roz. El putea să vadă cultura prealfabetizată mai clar: “Oamenii trăiau pe baza unei experienţe rudimentare”, a scris el. “Nu exista metodă; cu alte cuvinte, nici urmă de însămânţare şi nici de cultivare a cunoaşterii înseşi, despărţite de buruienile şi plantele de rând ale erorii şi ale bănuielii”.39 Un loc trist, nici magic, nici divin.

20 Alături de global village - „satul global", printre numeroasele expresii lansate de către McLuhan și care, o vreme, s-au bucurat de o largă (când nu excesivă) popularitate, se numără și echoland - „țara ecoului", lumea actuală în care, potrivit lui McLuhan, mass-media (care, trebuie spus, nu ar fi fost posibilă fără lunga și fertila dezvoltare a culturii scrise, care a produs știința și tehnologia modernă) ne va reda spontaneitatea neinhibată și creatoare a comunicării orale și vizuale directe, fără mijlocirea castrantă - în opinia lui - a textului scris și tipărit (n.t.).

21 Reporterul a întrebat pe un ton plângăcios: „Dar nu există câștiguri corespondente de cunoaștere, înțelegere și diversitate culturală, care să compenseze pierderile omului detribalizat?". McLuhan a răspuns: „întrebarea dumneavoastră reflectă toate prejudecățile instituționalizate ale omului știutor de carte" (n.a.).

Avea dreptate McLuhan, sau Hobbes? Dacă suntem ambivalenţi, ambivalenţa a început cu Platon. El a fost martorul naşterii dominaţiei scrisului; el a afirmat forţa sa şi s-a temut de lipsa lui de viaţă. Scriitorul-filosof întruchipează un paradox. Acelaşi paradox era destinat să reapară sub diferite înfăţişări, fiecare tehnologie a informaţiei aducând propriile sale puteri şi propriile sale spaime. Se arată că acea "uitucenie" de care se temea Platon nu se produce. Nu se produce pentru că Platon însuşi, împreună cu mentorul său, Socrate, şi cu discipolul său, Aristotel, au schiţat un vocabular de idei, l-au organizat în categorii, au stabilit reguli ale logicii şi, astfel, au împlinit promisiunea tehnologiei scrierii. Toate acestea au făcut din cunoaştere un material mai durabil decât înainte.

Iar atomul de cunoaştere era cuvântul. Oare aşa era? Pentru câtva timp ce avea să vină, cuvântul a continuat să le scape urmăritorilor săi, fie că era o izbucnire efemeră de sunet sau un mănunchi fix de însemne. "Majoritatea ştiutorilor de carte, când spui «Gândeşte-te la un cuvânt», cel puţin într-o manieră vagă se gândesc la ceva ce au în faţa ochilor", spune Ong, "unde un cuvânt real nu poate fi câtuşi de puţin". Unde să căutăm cuvintele, atunci? în dicţionar, firește. Ong a mai spus: "Este demoralizant să-ţi aminteşti că nu există nici urmă de dicţionar în minte, că aparatul lexicografic este o foarte târzie dezvoltare a limbii".

DOUĂ DICŢIONARE J

(NESIGURANŢA SCRIERII NOASTRE, INCONSTANŢA LITERELOR NOASTRE)

în timpuri atât de ocupate şi de active, se nasc mai multe gânduri ale oamenilor, care trebuie semnificate şi deosebite prin expresii noi.1

- Thomas Sprat (1667)

Un învăţător şi preot de ţară a întocmit în 1604 o carte cu un titlu incoerent, care începea aşa: "Un tabel alfabetic, cuprinzând şi învăţând adevărata scriere şi înţelegere a

cuvintelor englezeşti uzuale dificile” şi care continua cu mai multe sugestii ale scopului său, care era unul neobişnuit şi avea nevoie de explicaţii:

Cu interpretarea prin aceasta a cuvintelor englezeşti obişnuite, adunate spre a fi de folos şi ajutor pentru doamne, femei distinse şi orice alte persoane nepricepute.

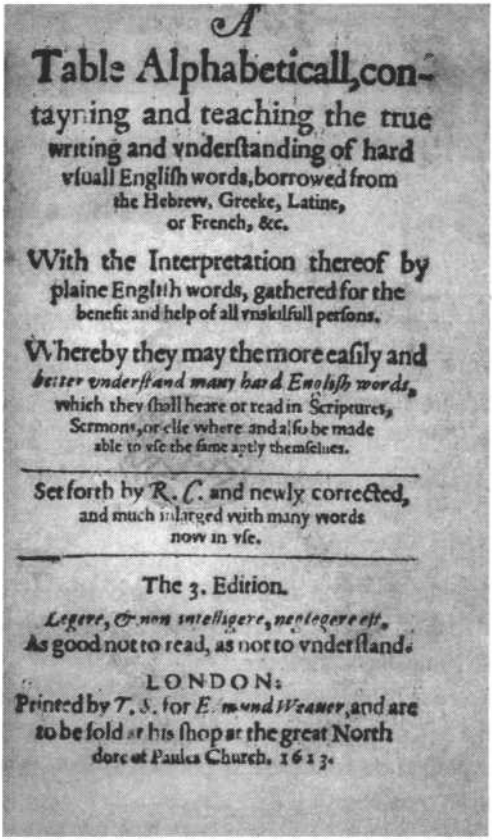
Prin care se pot face mai uşor şi mai bineînţelese multe cuvinte englezeşti dificile, pe care le vor auzi sau citi în Scripturi, predici sau prin alte părţi şi, de asemenea, se pot face în stare să le folosească ele însele în mod potrivit.2

Pagina de titlu omitea numele autorului, Robert Cawdrey, însă includea un motto în limba latină - “Necitit e totuna cu neînţeles” - şi localiza editorul cu tot atâfde multă rigoare şi precizie cât se putea aştepta într-o vreme când *adresa*, ca specificaţie a locului, încă nu exista:

La Londra, tipărită de I. R. pentru Edmund Weaver & de vânzare la prăvălia lui de lângă marea intrare de nord a Bisericii lui Paul.

Pagina de titlu a lui Cawdrey

Chiar şi pe străzile aglomerate din Londra, prăvăliile şi locuinţele rareori puteau fi găsite după număr. Alfabetul, însă, avea o ordine definită - prima şi cea de-a doua literă dându-i 59 Informaţia Două dicţionare



A
Table Alphabeticall, con-
tayning and teaching the true
writing and vnderſtanding of hard
vſuall Engliſh words, borrowed from
the Hebrew, Greeke, Latine,
or French, &c.

With the Interpretation thereof by
plaine Engliſh words, gathered for the
benefit and help of all vnskilfull perſons.

Whereby they may the more eaſily and
better vnderſtand many hard Engliſh words,
which they ſhall heare or read in Scriptures,
Sermons, or elſe where: and alſo be made
able to vſe the ſame aptly themſelues.

Set forth by R. C. and newly corrected,
and much inlarged with many words
now in vſe.

The 3. Edition.

Legere, & non intelligere, neglegere eſt.
As good not to read, as not to vnderſtand.

LONDON:
Printed by T. S. for *Edmund Weauer*, and are
to be ſold at his ſhop at the great North
dore of Paules Church. 1613.

chiar numele -, şi acea ordine fusese păstrată încă din vremurile timpurii ale fenicienilor, cu toate împrumuturile şi evoluţia care au urmat.

Cawdrey a trăit într-o epocă de sărăcie informaţională. El nu ar fi gândit aşa, chiar dacă ar fi cunoscut conceptul. Dimpotrivă, el s-ar fi considerat pe sine ca aflându-se în centrul unei explozii informaţionale, pe care el însuşi încerca să o sprijine şi să o organizeze. Dar peste patru secole, propria-i viaţă este înfăşurată ca într-un giulgiu de obscuritatea lipsei de cunoaştere. Al său *Tabel alfabetic* apare ca o piatră de hotar în istoria informaţiei, cu toate că, din întreaga sa ediţie princeps, a supravieţuit numai un singur exemplar ferfeniţit. Când şi unde s-a născut nu se

ştie - probabil spre sfârşitul anilor 1530; probabil în Midlands. Fără mărturia registrelor parohiale, vieţile omeneşti erau aproape întru totul nedocumentate. Nimeni nu posedă nici măcar o ortografiere definitivă a numelui său (Cawdrey, Cowdrey, Cawdry). Dar, pe atunci, nimeni nu căzuse de acord asupra scrierii majorităţii numelor: ele erau rostite, rareori scrise.

De fapt, puţini aveau noţiunea de "ortografiere" - ideea că fiecare cuvânt, atunci când era scris, ar trebui să capete o anumită formă literală predeterminată. Cuvântul *cony* (iepure) apărea în mod variabil, sub forme precum *conny*, *conye*, *conie*, *eoni*, *cuny*, *cunny* şi *cunnie*, într-o singură broşură din 1591.3 Alţii îl scriau diferit. Şi din acest motiv, Cawdrey însuşi, pe pagina de titlu a cărţii sale pentru "învăţarea adevăratei scrieri", a scris *wordes* [cuvinte] într-o frază şi *words* în următoarea. Limba nu funcţiona ca un depozit de cuvinte, din care utilizatorii puteau să culeagă itemii corecţi, preformaţi. Dimpotrivă, cuvintele erau fugare, în zbor, presupuse a se risipi din nou în lumea de apoi. Atunci când erau rostite, nu stăteau la dispoziţie pentru a fi comparate cu sau măsurate după alte instanţieri ale lor. De fiecare dată când oamenii muiau pana în cerneală să aştearnă un cuvânt pe hârtie, ei făceau o nouă alegere a literelor care păreau potrivite sarcinii. Dar aceasta era pe cale să se schimbe. Disponibilitatea - soliditatea - cărţii tipărite a inspirat sentimentul că vorba scrisă *ar trebui să fie* de un anumit fel, că o formă era corectă şi altele greşite. Mai întâi, acest sentiment a fost inconştient; apoi, el a început să urce spre o conştiinţă generală. Tipografii înşiși au început să se ocupe de acest lucru.

A spune pe litere - "to speli" (de la un vechi cuvânt germanic) însemna, la început, a vorbi sau a rosti. Apoi, a însemnat să citeşti încet, literă cu literă. Ulterior, prin extindere, chiar pe vremea lui Cawdrey, însemna să scrii cuvintele literă cu literă. Ultima utilizare era oarecum poetică. "Scrie de-a-ndoaselea pe litere Eva şi Ave-ţi va

ieşi", a scris poetul iezuit Robert Southwell (cu puţin timp înainte de-a fi spânzurat şi rupt în patru în 1595). Atunci când anumiţi educatori au început să aibă în vedere ideea de scriere pe litere, ei ar fi spus "scrierea corectă" - ori, ca să împrumutăm din greceşte, "*ortografie*" Puţini au fost cei cărora să le pese, dar unul căruia i-a păsat a fost un director de şcoală din Londra, Richard Mulcaster. El a întocmit un abecedar, intitulat "Prima parte [o a doua parte nu avea să mai fie] a Elementariului care tratiază în prencepal despre scrierea corectă a limbei noastre Engleze".[22] A publicat-o în anul 1582 ("în Londra la locuinţa lui Thomas Vautroullier din cartierul dominicanilor de lângă Lud-gate"), cuprinzând propria listă de aproximativ opt mii de cuvinte şi o pledoarie pentru ideea unui dicţionar:

Ar fi un lucru de laudă în opinia mea, şi nu mai puţin profitabil decât vrednic de laudă, dacă un bărbat bine învăţat şi tot atât de harnic ar strânge laolaltă toate cuvintele pe care le folosim în limba noastră engleză.într-un dicţionar şi, pe lângă scrierea corectă, care este legată de alfabet, ne-ar deschide nouă calea deopotrivă spre forţa lor naturală şi folosul lor potrivit.4

El recunoştea şi un alt factor motivant: ritmul tot mai rapid al comerţului şi transporturilor făceau alte limbi o prezenţă palpabilă, forţând o conştientizare a limbii engleze ca fiind una dintre multe altele. "Străinii şi veneticii se miră de noi", scria Mulcaster, "atât pentru nesiguranţa scrierii noastre, cât şi pentru inconstanţa literelor noastre". Limba nu mai era invizibilă precum aerul.

Cam 5 milioane de oameni de pe faţa pământului vorbeau engleza (o estimare grosieră; nimeni nu a încercat să numere populaţia Angliei, a Scoţiei sau a Irlandei până în 1801). Cam un milion dintre aceştia ştiau să scrie. Dintre toate limbile din lume, engleza era deja cea mai amestecată, cea mai pestriţă, cea mai poligenetică. Istoria

22 în original: . .the Elementarie which entreateth chefelie of the right writing of our English tung (n.t.).

ei prezenta o continuă corupere şi îmbogăţire din afară. Cele mai vechi cuvinte de bază, cuvintele simţite ca fiind cele mai elementare, veneau din limba vorbită de angli, saxoni şi iuţi, triburi germanice care au traversat Marea Nordului spre Anglia în secolul al V-lea, gonindu-i pe locuitorii celţi. Puţin din limba celţilor a pătruns în vorbirea anglo-saxonă, însă invadatorii vikingi au adus mai multe cuvinte din norvegiană şi daneză: *egg*, *sky*, *anger*, *give*, *get* - *ou*, *cer*, *furie*, *a da*, *a lua*. Latina a fost adusă de misionarii creştini; ei scriau în alfabetul romanilor, care a înlocuit înscrisurile runice răspândite în Europa Centrală şi de Nord la începutul primului mileniu. Apoi a urmat influenţa limbii franceze.

Influenţa, pentru Robert Cawdrey, însemna "o curgere în" Cucerirea normandă a fost mai degrabă un potop, din punct de vedere lingvistic. Ţăranii englezi din clasele inferioare continuau să crească *cows*, *pigs* şi *oxen* - *vaci*, *porci* şi *boi* (cuvinte germanice), dar în cel de-al doilea mileniu, clasele superioare mâncau *beef pork* şi *mutton* - *carne de vită*, *de porc* şi *de oaie* (cuvinte franceze). în timpurile medievale, rădăcinile franceze şi latine au generat mai mult de jumătate din vocabularul comun. Şi mai multe cuvinte străine au apărut atunci când intelectualii au început să împrumute în mod deliberat din latină şi greacă pentru a exprima concepte de care înainte limba nu avusese nevoie. Cawdrey era iritat de acest obicei. "Unii oameni caută atât de departe prin limbi străine englezei, că uită cu totul limba lor maternă, astfel încât, dacă unele dintre mamele lor ar mai trăi, ele n-ar putea spune ori pricepe ce spun ei", se plângea el. "Ar putea fi acuzaţi de contrafacerea englezei regale - *Kings English*."*5*

Patru sute de ani după ce Cawdrey şi-a publicat lexiconul, John Simpson a reconstituit drumul urmat de Cawdrey. în anumite privinţe, Simpson era moştenitorul lui firesc: editorul unui lexicon ceva mai măreţ, *Oxford English Dictionary*. Simpson, un bărbat palid, cu glas moale, îl

consideră pe Cawdrey încăpăţânat, nedispus a face compromisuri şi chiar certăreţ. învăţătorul a fost hirotonisit diacon şi apoi preot în Biserica Angliei, într-o epocă agitată, când începuse să apară puritanismul. Nonconformismul l-a băgat în bucluc. Se pare că s-a făcut vinovat de "a nu fi respectat" unele dintre sfintele taine, precum "crucea la botez şi inelul de căsătorie".6 Ca preot de ţară, nu-i păsa să se plece în faţa episcopilor şi a arhiepiscopilor. El predica un soi de egalitate ce nu era binevenită pentru autorităţile bisericeşti. "S-a înaintat în secret o informaţie împotriva lui potrivit căreia rostea diferite vorbe din amvon, ce tind să corupă Cartea de rugăciuni....Aşa, că fiind considerat o persoană periculoasă, dacă ar continua să predice, va infesta poporul cu principii diferite de cele stabilite de religie." Cawdrey a fost exclus din rândurile clerului şi deposedat de beneficiile aferente. Ani de zile şi-a susţinut cauza, fără folos.

în tot acest timp, el a colecţionat cuvinte ("collect, gather" - a aduna). A publicat două tratate didactice, imul despre catehism ("catéchiser, that teacheth the principles of Christian religion - "acela care predă principiile religiei creştine") şi unul despre *O formă cuvioasă de administrare a gospodăriei pentru a face ordine în familiile private*, iar în 1604, a produs un gen diferit de carte: nimic altceva decât o listă de cuvinte, cu scurte definiţii.

De ce? Spune Simpson: "Am văzut deja că era devotat simplităţii limbii şi că era hotărât până la încăpăţânare". El încă predica - acum, predicatorilor. "Aceia care, prin poziţia şi chemarea lor (dar în special preoţii), au ocazia să vorbească public în faţa oamenilor ignoranţi", declara Cawdrey în nota sa introductivă, "trebuie să fie mustraţi". Şi el îi mustră. "Niciodată nu impresionaţi prin termeni preţioşi şi ciudaţi - strange ynckhome termes." (*Inkhorn* însemna călimară; prin *inkhorn term*, el înţelegea un cuvânt livresc.) "Trudiţi-vă să vorbiţi aşa cum se înţelege în mod obişnuit, astfel încât şi cei mai ignoranţi să priceapă spusele

voastre.” Şi, mai presus de toate, să se evite afectarea de a vorbi ca un străin:

Unii domni călătoriţi departe, la reîntoarcerea lor acasă, aşa cum le place să umble cu straie străine, tot astfel îşi pudrează conversaţia cu expresii din limbi de peste mări. Cel care abia s-a întors din Franţa va vorbi franco-engleza fără să roşească vreodată.

Lui Cawdrey nu-i trecea prin minte ideea de a lista *toate* cuvintele - indiferent ce-ar fi însemnat. în 1604, William Shakespeare scrisese majoritatea pieselor sale folosind un vocabular de aproximativ 30 000 de cuvinte, însă acele cuvinte nu erau disponibile nici pentru Cawdrey, nici pentru oricine altcineva. Cawdrey nu şi-a bătut capul cu cele mai comune cuvinte, nici cu cele mai livreşti şi franţuzite; el a listat numai cuvintele “uzuale dificile”, cuvinte destul de dificile pentru a avea nevoie de o oarecare explicaţie, însă “potrivite pe limbă când vorbim” şi “uşor de perceput pentru toată lumea” El a compilat 2 500. Ştia că multe erau derivate din greacă, franceză şi latină (“derive, fetch from” - a aduce de la) şi le-a semnalat în mod corespunzător. Cartea întocmită de Cawdrey a fost primul dicţionar englez. Cuvântul *dicţionar* nu se găsea în ea.

Deşi Cawdrey nu a citat nicio autoritate, el s-a bazat pe câteva. El a copiat remarcile despre termenii livreşti şi domnii călătoriţi departe în hainele lor străine din cartea de succes a lui Thomas Wilson, *Arta retoricii*.*7* In ceea ce priveşte cuvintele, el a găsit mai multe surse (“source, val sau care scoate apă”). A găsit cam jumătate dintre cuvintele sale într-un abecedar pentru predarea cititului, numit *The English Scoolemaister*, de Edmund Coote, prima dată publicat în 1596 şi des retipărit după aceea. Coote pretindea că un învăţător ar putea să înveţe o sută de elevi mai repede cu textul său decât patruzeci fără el. I s-a părut că merită să explice foloasele învăţării poporului să citească: “Astfel, mai multe cunoştinţe vor fi aduse în această ţară şi mai multe cărţi se vor cumpăra, decât ar fi

fost altminteri”.8 Coote a inclus un lung glosar, pe care Cawdrey l-a furat.

Nu era de la sine înţeles că Robert Cawdrey ar fi trebuit să aranjeze cuvintele sale în ordine alfabetică, făcând al său *Tabel alfabetic*. El ştia că nu putea să conteze nici măcar pe cititorii săi educaţi ca fiind versaţi în ordinea alfabetică, aşa că a încercat să realizeze un mic manual de întrebuinţare. El s-a luptat cu această problemă: dacă ar trebui să descrie ordinea în termeni logici, schematici sau ca pe o procedură pas cu pas, un algoritm. “Iubite cititorule”, a scris el - adaptând liber după Coote “, încă o dată -, tu trebuie să înveţi alfabetul, să ştii ordinea literelor aşa cum e, perfect fără carte, şi unde stă fiecare literă: ca *b* lângă început, *n* pe la mijloc şi / spre sfârşit. Acum, dacă acel cuvânt, pe care eşti doritor să-l găseşti, începe cu *a*, atunci caută la începutul acestui tabel, dar dacă începe cu v, caută pe la sfârşit. Iar dacă cuvântul începe cu *ca*, uită-te la începutul literei *c*, dar dacă începe cu literele *cu*, uită-te spre sfârşitul acelei litere. Şi aşa pentru tot restul etc.

Nu era uşor de explicat. Călugărul Johannes Balbus din Genova a încercat în al său *Catholicon* din 1286. Balbus credea că inventează ordinea alfabetică pentru prima oară, şi instrucţiunile sale erau minuţioase: “De exemplu, vreau să discut *amo* [a iubi] şi *bibo* [a bea]. Voi discuta *amo* înainte de *bibo*, deoarece *a* este prima literă din *amo* şi *b* este prima literă din *bibo* şi *a* stă înaintea lui *b* în alfabet. Similar...”. El a repetat o lungă listă de exemple şi a tras concluzia: “Te rog, prin urmare, bunule cititor, să nu dispreţuieşti această grea muncă a mea şi această ordine ca pe ceva lipsit de valoare”.9

In lumea antică, listele alfabetice rareori au apărut până în jurul anului 250 î.Hr., în texte pe papirus din Alexandria. Marea bibliotecă de acolo părea să fi folosit, cel puţin într-o oarecare măsură, ordinea alfabetică în aranjarea cărţilor. Nevoia unei asemenea scheme de ordonare artificială apare numai odată cu mari colecţii de date, neordonate altcumva.

Iar posibilitatea ordinii alfabetice se iveşte numai în limbile care posedă un alfabet: un mic simbol discret, fixat într-o secvenţă convenţională (“abecedar, ordinea literelor sau a celui care le foloseşte”). Chiar şi atunci, sistemul este nenatural. Il sileşte pe cititor să despartă informaţia de sens; să trateze cuvintele strict ca pe nişte şiruri de caractere; să se concentreze la modul abstract asupra configuraţiei cuvântului. Mai departe, ordonarea alfabetică cuprinde o pereche de proceduri, una fiind inversa celeilalte: organizarea unei liste şi găsirea itemilor; sortarea şi căutarea. In altă privinţă, procedura este recursivă (“recourse, o alergare din nou înapoi “). Operaţia de bază este o decizie binară: mai mare decât sau mai mic decât. Această operaţie este efectuată mai întâi asupra unei litere; apoi, cuibărită ca o subrutină, asupra literei următoare; şi (după cum o spune Cawdrey, căznindu-se cu ciudăţenia) “aşa pentru tot restul etc.” Aceasta se dovedeşte de o uimitoare eficacitate. Sistemul se scalează uşor la orice dimensiune, macrostructura fiind identică cu microstructura. Cineva care înţelege ordinea alfabetică aşază la locul lui orice element dintr-o listă de o mie sau de un milion, fără eroare, cu totală încredere. Şi fără să ştie nimic despre semnificaţie.

Abia în 1613 a fost alcătuit primul catalog alfabetic - nu tipărit, ci scris în două mici îndreptare - pentru Bodleian Library de la Oxford. Primul catalog al unei biblioteci universitare, întocmit la Leiden, din Olanda, două decenii mai devreme, a fost ordonat tematic, ca o evidenţă de raft (cam 450 de cărţi), fără index alfabetic. De un lucru Cawdrey putea să fie sigur: cititorul său tipic, englezul ştiutor şi cumpărător de carte de la răscrucea secolului al XVII-lea, putea să trăiască toată viaţa fără să întâlnească vreodată un set de date ordonate alfabetic.

Mai multe metode raţionale de ordonare a cuvintelor au apărut la început şi au dăinuit multă vreme. In China, lucrul cel mai apropiat de un dicţionar a fost, vreme de multe

secole, *Erya*, cu autor necunoscut, ca şi data apariţiei, probabil în jurul secolului al III-lea î.Hr. Aceasta aranja cele două mii de cuvinte ale sale în funcţie de semnificaţie, în categorii tematice: rudenie, construcţii, unelte şi arme, cerul, pământul, plante şi animale. Egiptenii aveau liste de cuvinte organizate pe baza unor principii filosofice sau educaţionale; la fel şi arabii. Aceste liste nu aranjau cuvintele însele, în primul rând, ci mai degrabă lumea: lucrurile pe care le indicau cuvintele. In Germania, un secol după Cawdrey, filosoful şi matematicianul Gottfried Wilhelm Leibniz a făcut această distincţie în mod explicit:

Daţi-mi voie să menţionez că cuvintele sau numele tuturor lucrurilor şi acţiunilor pot fi puse pe o listă în două modalităţi diferite, în acord cu alfabetul şi în acord cu natura. Prima merge de la cuvânt către lucru, cea de a doua de la lucru spre cuvânt.11

Listele tematice erau considerate a fi provocatoare, imperfecte si creative. Listele alfabetice erau mecanice, eficiente si automate. Privite din punct de vedere alfabetic, cuvintele nu sunt decât nişte jetoane, fiecare introdus într-un slot. De fapt, ele ar putea fi tot atât de bine şi numere.

în dicţionar, semnificaţia apare în definiţiile sale, fireşte. Modelele esenţiale ale lui Cawdrey erau dicţionarele pentru traduceri, mai ales un *Dictionarium* latin-englez, de Thomas Thomas. Un dicţionar bilingv avea un scop mai clar decât un dicţionar al unei singure limbi: transpunerea latinei în engleză avea un sens *pe* care traducerea englezei în engleză nu-l avea. Şi totuşi, definiţiile aveau sens, scopul declarat al lui Cawdrey fiind, în fond, acela de a-i ajuta pe oameni să înţeleagă şi să folosească niste cuvinte dificile. El a abordat sarcina definiţiilor *9 9*

cu o înfrigurare ce rămâne încă palpabilă. Chiar atunci când definea cuvintele sale, Cawdrey încă nu era convins de soliditatea lor. Semnificaţiile erau mai fluide decât ortografierea. Pentru Cawdrey, *define* - a defini - se referea la lucruri, nu la cuvinte: “define, a arăta cu claritate ce este

un lucru” Realitatea, în toată bogăţia ei, avea nevoie să fie definită. *Interpret* însemna “a deschide, a face clar, a arăta sensul şi înţelesul unui lucru”. Pentru el, relaţia dintre lucru şi cuvânt semăna cu legătura dintre un obiect şi umbra sa.

Conceptele relevante nu ajunseseră la maturitate:

figurate, a închipui, a reprezenta sau a contraface type, figură, exemplu, umbră a unui lucru represent, a exprima, a produce arătarea unui lucru

Un contemporan mai tânăr al lui Cawdrey, Ralph Laver, a născocit propriul său cuvânt: “saywhat, în mod corupt numit definiţie: dar este o vorbire care spune ce este un lucru, mai potrivit poate fi numit spunece”.12 Nu a prins. A fost nevoie de aproape încă un secol - şi de exemplele lui Cawdrey şi ale succesorilor săi - pentru ca sensul modem să intre în centrul atenţiei: “Definiţia”, scria până la urmă John Locke în 1690, “nefăcând nimic altceva decât a-l face pe un altul să înţeleagă prin cuvinte la ce idee se referă termenul definit”.13 Şi Locke încă adoptă o perspectivă operaţională. Definiţia este comunicare: a-l face pe altul să înţeleagă; a trimite un mesaj.

Cawdrey împrumută de la sursele sale definiţii, le combină şi le adaptează. în multe cazuri, el pur şi simplu pune un cuvânt în locul altuia:

orifice, gură baud, târfă helmet [cască], piesă de cap

Pentru o clasă restrânsă de cuvinte, el foloseşte o desemnare specială, litera *k*: “standeth for a kind of” [se referă la un fel de]. Nu consideră că e treaba lui să spună *ce* fel. Astfel:

crocodile, *k* beast - fel de animal alablaster, /estone - fel de piatră citron, *k* fruit - fel de fruct

Dar legarea unor perechi de cuvinte, fie ca sinonime, fie ca membri ai unei clase, nu poate duce un lexicograf mai departe. Relaţiile dintre cuvintele unei limbi sunt mult prea complexe pentru o abordare atât de liniară (“chaos, o grămadă de talmeş-balmeș”). Uneori, Cawdrey încearcă să

se descurce adăugând unul sau mai multe sinonime, definiţie prin triangulaţie:

specke, strop sau pată cynicall, canin, mofturos vapor, umezeală, aer, răsuflare caldă sau evaporare

Pentru alte cuvinte, reprezentând concepte sau abstracţiuni, mai mult desprinse de domeniul concret al simţurilor, Cawdrey are nevoie să găsească un stil complet diferit. El îl inventează pe parcurs. El trebuie să-i vorbească cititorului, în proză, dar nu tocmai în propoziţii, şi putem auzi cazna lui atât de a înţelege anumite cuvinte, cât şi de a exprima înţelesul lor.

gargarise, a spăla gura şi gâtul pe dinăuntru, agitând o licoare în sus şi în jos prin gură hipocrite, unul care prin îmbrăcăminte, mină şi purtare pe dinafară pretinde să fie alt om decât este într-adevăr sau un înşelător buggerie [pederastie], împreunare cu unul de acelaşi fel sau între oameni şi animale théologie, divinaţie, ştiinţa de a trăi în mod binecuvântat pentru totdeauna

Printre cei mai incomozi erau termenii tehnici din noile ştiinţe:

cypher, un cerc în numărare, fără valoare în sine, dar serveşte să fardeze numărul şi să facă alte figuri de mai mare valoare horizon, un cerc, despărţind jumătatea firmamentului de cealaltă jumătate pe care nu o vedem zodiack, un cerc în cer, în care sunt plasate cele 12 semne şi în care se mişcă Soarele

Nu doar cuvintele, ci şi cunoştinţele erau fluide. Limba se examina pe sine. Chiar şi atunci când Cawdrey copiază din Coote sau Thomas, el este în mod fundamental singur, fără nicio autoritate pe care să o consulte.

Unul dintre cuvintele uzuale dificile ale lui Cawdrey era ştiinţă (“cunoaştere sau pricepere”). Ştiinţa încă nu exista ca instituţie responsabilă pentru învăţătura despre lumea materială şi legile sale. Filosofii naturii începeau să capete un interes special faţă de natura cuvintelor şi a semnificaţiei lor. Aveau nevoie de mai mult decât le stătea

la dispoziţie. Atunci când Galileo şi-a îndreptat primul său telescop către cer şi a descoperit pete în Soare în 1611, el a anticipat de îndată controversa - tradiţional, Soarele era un model de puritate - şi a simţit că ştiinţa nu putea să se desfăşoare fără a fi rezolvat mai întâi problema limbajului:

Câtă vreme oamenii au fost de fapt obligaţi să numească Soarele "cel mai pur şi cel mai luminos", niciunfel de umbre sau impurităţi nu au fost vreodată percepute în el; dar acum, că se arată în parte impur şi pătat; de ce nu ar trebui să-l numim "pătat şi nu pur"? Căci numele şi atributele trebuie să fie potrivite cu esenţa lucrurilor şi nu esenţa cu numele, de vreme ce lucrurile vin mai întâi şi numele pe urmă.14

Atunci când Isaac Newton s-a apucat de marele său proiect, s-a confruntat cu o lipsă fundamentală a definiţiei acolo unde era mai necesară. El a început cu un truc semantic: "Eu nu definesc timpul, spaţiul, locul şi mişcarea, fiind bine cunoscute tuturor"15, a scris el înşelător. Definirea acestor cuvinte era adevăratul lui scop. Nu existau standarde comune pentru greutăţi şi măsuri. *Greutate* şi *măsură* erau ei înşiși termeni vagi. Latina părea mai sigură decât engleza, tocmai pentru că era mai puţin uzată de întrebuinţarea cotidiană, însă romanii nu posedaseră nici ei cuvintele necesare. însemnările lui Newton dezăluie o luptă ascunsă în produsul finit. El a încercat expresii precum *quantitas materiæ*. Prea greu pentru Cawdrey: "materiali, dintr-o materie sau importanţă". Newton sugera (către sine) "ceea ce se iveşte din reunirea densităţii şi masei sale". El a avut în vedere mai multe cuvinte: "această cantitate o desemnez prin numele de corp sau masă". Fără cuvintele potrivite nu putea să meargă mai departe. *Viteză*, *forţă*, *gravitaţie* - niciunul dintre acestea nu era încă precis. Nu se puteau defini unul în termenii celorlalţi; nu exista nimic în natura vizibilă către care oricine să poată arăta cu degetul; şi nu exista nicio carte în care să-i caute.

Cât despre Robert Cawdrey, prezenţa sa în istorie se sfârşeşte cu publicarea *Tabelului alfabetic* din 1604. Nimeni nu ştie când a murit. Nimeni nu ştie câte copii a scos tipograful. Nu există documente (“records, scrieri aşternute pentru reamintire”). Un singur exemplar a ajuns la Bodleian Library din Oxford, care l-a păstrat. Toate celelalte au dispărut. O ediţie secundă a apărut în 1609, puţin extinsă (“mult lărgită” pretindea fals pagina de titlu) de către fiul lui Cawdrey, Thomas, iar o a treia şi o a patra ediţie au apărut în 1613 şi 1617, când viaţa acestei cărţi s-a sfârşit.

A fost pusă în umbră de un nou dicţionar, de două ori mai cuprinzător, *O expunere engleză*: *predarea şi interpretarea celor mai dificile cuvinte folosite în limba noastră*, *cu diverse explicaţii*, *descrieri şi discursuri*. In rest, compilatorul său, John Bullokar, a lăsat în documentele istorice o urmă la fel de ştearsă ca şi Cawdrey. Era doctor în fizică; a trăit o vreme în Chichester; datele naşterii şi ale morţii lui sunt nesigure; se spune că ar fi vizitat Londra în 1611 şi că ar fi văzut acolo un crocodil mort; puţine alte lucruri se mai ştiu.16 *Expunerea* lui a apărut în 1616 şi a avut mai multe reeditări în deceniile următoare. Apoi, un avocat din Londra, Thomas Blount, a publicat *Glosografia*: *sau un dicţionar*, *interpretând toate cuvintele dificile din orice limbă*, *acum folosite în limba noastră engleză rafinată*. Dicţionarul lui Blount lista peste unsprezece mii de cuvinte, multe dintre ele, recunoştea el, fiind noi, aduse la Londra de talmeş-balmeșul negoţului şi comerţului - coffa sau cauphe, un soi de băutură de la turci şi persani (şi de curând introdusă şi la noi), care este neagră, groasă şi amară, extrasă din boabe de acea natură şi nume, considerată bună şi foarte hrănitoare: se spune că alungă melancolia.

- sau inventate local, precum “tom-boy [băieţoi], o fată sau o târfă care sare în sus şi în jos ca un băiat”. Se pare a fi ştiut că urmărea o ţintă în mişcare. “Munca” autorilor de dicţionare, a scris el în prefaţă, “e fără de sfârşit, de vreme ce limba noastră engleză îşi schimbă obiceiul în fiecare zi”.

Definiţiile lui Blount erau mult mai elaborate decât cele ale lui Cawdrey şi el a încercat să ofere informaţii şi despre originile cuvintelor.

Nici Bullokar, nici Blount nu l-au pomenit pe Cawdrey. Acesta era deja uitat. Dar în 1933, cu ocazia publicării celui mai mare lexicon dintre toate, primii editori ai *Oxford English Dictionary* [OED] au adus un omagiu "volumaşului său subţirel". Ei l-au numit "ghinda originară" din care a crescut stejarul lor. (Cawdrey: "akecome, *k* fruit - fel de fruct".)

Patru sute doi ani după *Tabelul alfabetic*, Uniunea Astronomică Internaţională a votat să declare Pluto ca nonplanetă, iar John Simpson avea de luat o decizie rapidă. El şi echipa sa de lexicografi din Oxford lucrau la P-uri. *Pletzel*, *plish*, *pod person*, *point-and-shoot* şi *polyamorous* se numărau printre noile cuvinte ce urmau să intre în *OED*' Articolul despre Pluto era el însuşi relativ nou. Planeta fusese descoperită abia în 1930, prea târziu pentru prima ediţie a OEditura Iniţial s-a propus numele de Minerva şi apoi a fost respins, deoarece exista deja un asteroid Minerva. In materie de nume, cerurile începeau să fie arhipline. Apoi, "Pluto" a fost sugerat de către Veneţia Bumey, o fetiţă de unsprezece ani din Oxford. *OED* a fost adus la zi adăugând un nou articol pentru Pluto în a sa ediţie secundă: "1. O mică planetă a sistemului solar aflată dincolo de orbita lui Neptun... 2. Numele unui câine de desene animate care şi-a făcut prima apariţie în filmul lui Walt Disney *Moose Hunt*, lansat în aprilie 1931".

"Chiar nu ne place să fim forţaţi să facem megaschimbări"17, a spus Simpson, dar nu prea avea de ales. Sensul disneyan al lui *Pluto* se dovedise mai stabil decât sensul

* *Pletzel* - delicatesă evreiască; *plish* - salivă care sare din gura vorbitorului pe faţa ascultătorului; *pod person* - impostor; *point-and-shoot* - un tip modern de aparat de fotografiat; *polyamorous* - persoană care întreţine relaţii amoroase cu mai mulţi parteneri în acelaşi timp (n.t.).

astronomic, care a fost retrogradat la “mic corp planetar”. Consecinţele s-au propagat în cuprinsul OEditura *Pluto* a fost înlăturat de pe lista cu titlul *planetă n*. 3a. *Plutonian* a fost revizuit (spre a nu fi confundat cu *pluton*, *plutey* sau *plutonyl*).

Simpson era al şaselea într-o ordine distinsă, cea a editorilor lui *Oxford English Dictionary*, ale căror nume curgeau fluent pe limba lui - “Murray, Bradley, Craigie, Onions, Burchfield, câte degete de la o mână adică” - şi se considera pe sine drept un slujitor al tradiţiei lor, precum şi al tradiţiilor lexicografici engleze începând cu Cawdrey şi trecând prin Samuel Johnson. In secolul al XIX-lea, James Murray a stabilit o metodă de lucru bazată pe fişe, bucăţele de hârtie de 6 ichi pe 4. în orice moment, o mie de asemenea fişe se găseau pe biroul lui Simpson şi, la o aruncare de băţ, erau milioane în plus, umplând fişiere de metal şi cutii de lemn cu cerneala a două secole. Dar fişele deveniseră vetuste. Deveniseră lemnărie - treeware. *Treeware* tocmai intrase în *OED* sub forma “jargon informatic, frecvent ironic”; *blog* a fost recunoscut în 2003, *dot-commer* în 2004, *cyberpet* în 2005 iar verbul *to Google* în 2006. Simpson însuşi googăluia frecvent. în afară de fişe, pe biroul lui se mai aflau canale spre sistemul nervos al limbii: legături instantanee cu o reţea mondială de lexicografi amatori omologaţi şi accesul la un set vast şi centralizat de baze de date crescând asimptotic spre idealul Tuturor Textelor Anterioare. Dicţionarul întâlnise ciberspaţiul, şi nimic nu avea să mai fie la fel după aceea. Oricât de mult ar fi iubit Simpson rădăcinile şi moştenirea *OED*, vrând-nevrând conducea o revoluţie - în ceea ce era, ceea ce ştia, ceea ce vedea. Pe când Cawdrey fusese izolat, Simpson era conectat.

Limba engleză, vorbită acum de peste un miliard de oameni la scară globală, a intrat într-o perioadă de efervescenţă, şi perspectiva oferită de aceste venerabile birouri din Oxford este deopotrivă intimă şi agitată. Limba

pe care o supraveghează lexicografii a devenit sălbatică şi amorfă: un mare, învolburat nor în expansiune de mesaje şi discursuri; ziare, magazine, broşuri; meniuri şi note de afaceri; noi grupuri pe Internet şi conversaţii pe chat-room; emisiuni de radio şi televiziune şi discuri audio. Prin contrast, dicţionarul însuşi a dobândit statutul de monument, definitiv şi impozant. El exercită o influenţă asupra limbii pe care încearcă să o ţină sub observaţie. Işi joacă rolul autoritar fără tragere de inimă. Lexicografii îşi pot aduce aminte definiţia sardonică, veche de o sută de ani, a lui Ambrose Bierce: “dicţionar, un instrument literar pizmaş de încorsetat creşterea unei limbi şi de a o face dificilă şi rigidă”.18 în zilele noastre, ei subliniază că nu prezumă (sau nu catadicsesc) să dezaprobe nicio uzitare sau ortografiere particulară. Dar ei nu pot tăgădui a puternică ambiţie: ţelul completitudinii. Ei vor fiecare cuvânt, orice jargon; idiomuri şi eufemisme, sacre sau profane, vii sau moarte, engleza regelui sau cea a străzii. E doar un ideal: constrângerile de spaţiu şi timp sunt omniprezente şi, la limită, întrebarea privind ce anume se califică drept un cuvânt poate să devină una la care este imposibil de răspuns. Totuşi, în măsura posibilului, *OED* este dorit a fi o înregistrare perfectă, o oglindă perfectă a limbii.

Dicţionarul ratifică durabilitatea cuvântului. El declară că semnificaţiile cuvintelor provin din alte cuvinte. El implică ideea că toate cuvintele, luate laolaltă, formează o structură centralizată: centralizată pentru că toate cuvintele sunt definite în termenii altor cuvinte. Aceasta nu ar fi putut să devină o problemă într-o cultură orală, în care limba era cu greu vizibilă. Doar atunci când tiparul şi dicţionarul au scos limba într-un relief distinct, ca obiect de cercetat, a fost posibilă perceperea semnificaţiilor cuvintelor ca fiind interdependente şi chiar circulare. Era necesar să se considere cuvintele drept cuvinte, reprezentând alte cuvinte, separate de lucruri. In secolul XX, când tehnologiile logicii au avansat la niveluri înalte,

potenţialul de circularitate a devenit o problemă. “Dând o explicaţie, trebuie deja să utilizez limba din plin”, se plângea Wittgenstein. El se făcea ecoul frustrării lui Newton din urmă cu trei secole, dar cu o torsiune suplimentară, pentru că, dacă Newton voia cuvinte pentru legile naturii, Wittgenstein dorea cuvinte pentru cuvinte: “Când vorbesc despre limbă (cuvinte, propoziţii etc.), trebuie să vorbesc limba de toate zilele. Este această limbă oarecum prea vulgară şi materială pentru ceea ce vrem să spunem?”.19 Da. Iar limba a fost întotdeauna în mişcare continuă.

James Murray vorbea despre limbă tot atât cât şi despre carte atunci când spunea, în 1900, “Dicţionarul Englez, ca şi Constituţia Engleză, nu este creaţia unui om şi nici a unei singure epoci; este o creştere care de la sine s-a dezvoltat lent de-a lungul timpului.”20 Prima ediţie a ceea ce a devenit *OED* era una dintre cele mai voluminoase cărţi din câte se făcuseră vreodată: *Un nou dicţionar englez pe principii istorice*, 414 825 de cuvinte în zece volume grele, prezentat regelui George al V-lea şi preşedintelui Calvin Coolidge în 1928. Lucrarea durase decenii; Murray murise; şi era subînţeles că dicţionarul avea să fie depăşit chiar în momentul în care volumele erau legate şi cusute. Au urmat mai multe suplimente, dar a doua ediţie a apărut abia în 1989: douăzeci de volume, însumând 22 000 de pagini. Cântărea 62,5 kg. A treia ediţie a fost diferită. Nu are greutate, căpătând formă în domeniul digital. S-ar putea să nu mai presupună nicicând hârtie şi cerneală. începând din anul 2000, o revizuire a întregului conţinut a început să apară ordine, în fascicule trimestriale, fiecare cuprinzând mai multe mii de articole revăzute şi sute de cuvinte noi.

Cawdrey începuse lucrul în mod destul de firesc de la litera *A* şi la fel a procedat James Murray în 1879, dar Simpson a ales să înceapă cu *M*. Era îngrijorat de Â-uri. Celor din interior le fusese clar de multă vreme că OED, aşa cum apăruse de sub tipar, nu era o capodoperă fără fisuri. Primele litere încă mai purtau cicatricile imaturităţii lucrului

nesigur din primele zile ale lui Murray. “în esenţă, a venit, şi-a pus în ordine materialul şi a început să redacteze textul”, a spus Simpson. “Le-a luat foarte mult timp să-şi orânduiască politica şi treburile, aşa că dacă porneam de la litera A, ne-am fi făcut munca de două ori dificilă. Cred că s-au pus în ordine pe la... ei bine, aş fi zis D, însă Murray a spus întotdeauna că E era cea mai rea literă, pentru că asistentul său, Henry Bradley, a început de la E, iar Murray a susţinut mereu că a făcut-o destul de prost. Aşa că ne-am gândit că poate e mai sigur să începem cu G, H. Dar te duci la G şi H şi apar I, J, K şi, ştiţi, te gândeşti, ei bine, să pornim după aceea.”

Prima mie de articole de la *M* până la *mahuraf* a intrat online în primăvara lui 2000. Peste un an, lexicografii au ajuns la cuvintele care începeau cu *me*\ *me-ism* (un credo al timpurilor modeme), *meds* (colocvial pentru doctorii), *medspeak* (jargonul medical), *meet-and-greet* (un tip nord-american de ocazie specială) şi un sortiment de forme combinate cu *media* (baron, circ, răsfăţat, publicitate exagerată, pricepere) şi *mega-* (pixel, căţea, doză, hit, trend). Aceasta nu mai era o limbă vorbită de 5 milioane de locuitori în majoritate analfabeţi dintr-o mică insulă. Pe măsură ce *OED* revedea articolele literă după literă, a început”, de asemenea, să adauge neologisme oriunde apăreau ele; aşteptarea secvenţei alfabetice devenea nepractică. Aşa se face că o adăugire din 2001 a văzut sosind *acid*]*azz*,

★ *Mahurat* - o formă de comerţ din spaţiul indian (n.t.). *Bollywood*, *channel surfing*, *double-click*, *emoticon*, *feel-good*, *gangsta*, *hyperlink* şi multe altele. *Kool-Aid* a fost recunoscut drept un cuvânt nou, nu pentru că *OED* s-ar simţi obligat să listeze nume patentate (praful original de băutură răcoritoare Kool-Ade fusese patentat în Statele Unite în 1927), ci pentru că nu mai putea fi ignorată o utilizare specială: “A bea Kool-Aid: a demonstra o supunere sau loialitate necondiţionată”. Evoluţia acestei expresii

bizare din momentul folosirii, în 1978, a unui praf solubil pentru otrăvirea în masă din Guyana trăda o anume densitate a comunicării globale.

însă aceşti lexicografi de la Oxford nu erau nişte sclavi ai modei. De regulă, un neologism are nevoie de cinci ani de dovezi solide pentru a fi admis în canon. Fiecare cuvânt propus trece printr-o examinare intensă. Aprobarea unui cuvânt nou este o chestiune solemnă. Trebuie să fie de uz general, indiferent care i-ar fi locul particular de origine; *OED* este global, recunoscând cuvinte de oriunde se vorbeşte engleza, însă nu doreşte să reţină ciudăţenii locale. Odată adăugat, un cuvânt nu mai poate fi eliminat. Un cuvânt poate să devină demodat sau rar, însă cele mai vechi şi uitate cuvinte au obiceiul să reapară - redescoperite sau reinventate spontan - şi, în orice caz, ele fac parte din istoria limbii. Toate cele 2 500 de cuvinte ale lui Cawdrey se găsesc în mod necesar în OEditura Pentru treizeci şi unu dintre ele, cărticica lui Cawdrey a fost prima lor utilizare. In cazul câtorva, lucrarea lui Cawdrey a fost şi singura. Este incomod. *OED* este întocmit în mod irevocabil. Cawdrey, de exemplu, are “onust, împovărat, supra încărcat”; astfel încât *OED* conţine “încărcat, împovărat”, dar este ceva excepţional, o apariţie unică. L-a inventat Cawdrey? “înclin să cred că el încerca să reproducă vocabularul pe care îl auzise sau îl văzuse”, a spus Simpson. Cawdrey avea “hallucinate, a înşela sau a orbi”; în mod corespunzător, *OED* dă “a înşela” drept prim sens al cuvântului, deşi nu a mai întâlnit pe nimeni altcineva care să-l fi utilizat în acel mod. In astfel de cazuri, editorii pot să adauge dublul lor avertisment “*Obs*. *rare*.” - învechit, rar. Dar numai atât.

Pentru *OED* din secolul al XXI-lea, o singură sursă nu este niciodată de ajuns. In mod bizar, având în vedere vastitatea întreprinderii şi cititorii cărora li se adresează, indivizii se străduiesc să le fie ratificate de către *OED* propriile lor

cuvinte-ad hoc - *nonce-words*[23] De fapt, *nonce-words* a fost introdus chiar de către James Murray. A prins. Sandra Smalley, psiholog american, a inventat cuvântul *codependency* - codependenţă în 1979, şi a început să facă lobby pentru el în anii '80; în cele din urmă, în anii '90, editorii l-au introdus în dicţionar, când au apreciat că termenul devenise consacrat. W.H. Auden a declarat că dorea să fie recunoscut de către *OED* ca inventator de cuvinte - şi, după multă vreme, a fost, pentru termenii *motted*, *metalogue*, *spitzy* şi alţii.21 Dicţionarul s-a prins astfel într-o buclă de feedback. A inspirat o sucită conştiinţă de sine în rândurile utilizatorilor şi creatorilor de limbă. Anthony Burgess s-a plâns într-un text tipărit de incapacitatea lui de a pătrunde în dicţionar: “Acum câţiva ani am inventat cuvântul *amation*, pentru arta sau actul de a face dragoste, şi încă îl cred util. Insă a trebuit să-i conving pe alţii să-l utilizeze în texte tipărite înainte de a fi eligibil pentru lexicografiere (dacă există acest cuvânt)” - ştia că nu există. “Marea autoritate a lui T.S. Eliot a introdus ruşinosul (în opinia mea) *juvescence* în volumul precedent al Suplimentului”.22 Burgess era foarte sigur că Eliot pur şi simplu a scris greşit *juvenescence* - tinereţe, juvenilitate. Dacă aşa au stat lucrurile, ortografierea greşită a fost fie copiată, fie reluată peste douăzeci şi opt de ani de către Stephen Spender, astfel încât *juvescence* avea două citări, nu una. *OED* admite că este un cuvânt rar.

Oricât s-ar strădui *OED* să încorporeze fluiditatea limbii, nu poate decât să servească drept agent al cristalizării ei. Problema ortografierii creează dificultăţi speciale. “*Fiecare* formă în care un cuvânt a apărut de-a lungul istoriei” trebuie să fie inclusă.23 Astfel, pentru *mackerel* (“un bine

23 Exemplul clasic de nonce-word este cuvântul quark, ce apare o singură dată în opera lui James Joyce, Ulise (cu rol onomatopeic: to quark like a duck - „a măcăi ca o rață". Ulterior, acest cuvânt fără precedent și ulterior nefolosit a fost ales să desemneze o particulă subatomică (n.t.).

cunoscut peşte de mare, *Scomber scombrus*, mult folosit în alimentaţie"), a doua ediţie din 1989 listează nouăsprezece ortografieri alternative. Dezgroparea surselor nu se sfârşeşte niciodată, totuşi, astfel încât articolul din ediţia a treia revizuită, din 2002, lista nu mai puţin de treizeci de variante: *maccarel*, *mackaral*, *mackarel*, *mackarell*, *mackerell*, *mackreel*, *mackrel*, *mackrell*, *macril*, *macrill*, *makarell*, *mackaral*, *makerel*, *makerell*, *makerelle*, *makral*, *makreill*, *makrel*, *makrell*, *makyerelle*, *maquerel* şi *maycril*. Ca lexicografi, editorii nu ar declara nicicând aceste alternative ca fiind greşite: "misspellings". Ei nu vor să-şi declare alegerea cuvântului de titlu al articolului, *mackerel*, ca fiind "cea corectă". Ei subliniază că examinează probele şi aleg "cea mai comună ortografiere curentă". Chiar şi aşa, survin consideraţii arbitrare: "Stilul Oxford are câteodată prioritate, ca în cazul verbelor care se pot termina în -ize sau -ise, când scrierea -ize este folosită întotdeauna". Ei ştiu că oricât de des şi oricât de ferm îşi declină o autoritate prescriptivă, cititorul se va adresa dicţionarului pentru a afla cum trebuie să se scrie un cuvânt. Nu pot evita contradicţiile. Se simt datori să includă cuvinte care le dau frisoane puriştilor. O nouă intrare precum cea din decembrie 2003 a menţionat *nucular*: "= nuclear *a*. [argou] (în diferite sensuri)". Şi totuşi, ei refuză să accepte erori evidente de ortografiere, găsite prin intermediul căutării pe Internet. Ei nu recunosc *straight-laced*, deşi evidenţe statistice arată că forma bastardă depăşeşte numeric *strait-laced*.[24] Pentru cristalizarea ortografiei, *OED* oferă o

24 Indiferent de ortografiere (spelling), expresia înseamnă „excesiv de convențional, ultraconservator, rigid în concepții"; numai că straitînseamnă „strâmt, strâmtoare", pe când straight înseamnă, în principal „drept"; deoarece laced înseamnă „dantelat" - aluzie la aristocrații plini de zorzoane vestimentare din secolele trecute -, este evident că strait este termenul care, împreună cu laced, sugerează sensul expresiei („strâns dantelați") și nu straight („drept, curat, simplu dantelați") - ceea ce, în opinia noastră, le dă dreptate editorilor OED (n.t.).

explicaţie convenţională: “De la inventarea tiparului, ortografia a devenit mult mai puţin variabilă, pe de o parte fiindcă tipografii doreau uniformitate şi, pe de altă parte, datorită unui interes sporit faţă de studiul limbii în timpul Renaşterii”. Este adevărat. Dar omite rolul dicţionarului însuşi, de arbitru şi exemplu.

Pentru Cawdrey, dicţionarul era total dedicat prezentului; el nu putea să vadă mai departe în timp. Samuel Johnson a fost mai explicit conştient de dimensiunea istorică a dicţionarului. El şi-a justificat ambiţiosul său program, pe de o parte, ca pe un mijloc de supunere a unui lucru sălbatic - lucrul sălbatic fiind limba, “care, deşi a fost utilizată în cultivarea fiecărei specii literare, a rămas ea însăşi până acum neglijată; s-a răspândit, în voia hazardului, într-o exuberanţă sălbatică; s-a supus tiraniei vremurilor şi a modei; şi s-a expus coruperii de către ignoranţă şi capriciile inovării”.24 Totuşi, nu mai devreme de *OED* a încercat lexicografia să dezvăluie întreaga formă a limbii de-a lungul timpului. *OED* devine o panoramă istorică. Proiectul capătă pregnanţă dacă era electronică este privită ca o nouă eră de oralitate, cuvântul eliberându-se de lanţurile reci ale tiparului. Nicio instituţie editorială nu întruchipează mai bine aceste lanţuri, dar *OED* încearcă, la rândul său, să le rupă. Editorii simt că nu mai pot aştepta ca un nou cuvânt să iasă la tipar, ca să nu mai vorbim de o carte legată respectabil, înainte de a-l remarca. Pentru *tighty-whities* (chiloţi bărbăteşti), nou în 2007, ei citează un text dactilografiat în jargonul campusului universitar din Carolina de Nord. Pentru *kitesurfer* (surfer cu zmeul), citează o postare pe Usenet newsgroup alt.kite şi ulterior un ziar din Noua Zeelandă, găsit prin intermediul unei baze de date ordine. Biţi în eter.

Atunci când Murray a început să lucreze la noul dicţionar, ideea era de a găsi cuvinte şi, odată cu ele, indicatoare către istoria lor. Nimeni nu avea habar câte cuvinte erau de găsit. Pe atunci, cel mai bun şi cel mai cuprinzător dicţionar

al limbii engleze era unul american: cel al lui Noah Webster, de şaptezeci de mii de cuvinte. Acela era punctul de start. Unde erau de descoperit restul cuvintelor? Pentru primii editori ai ceea ce a devenit *OED*, a fost aproape de la sine înţeles că sursa, izvorul, trebuie să fie literatura limbii - îndeosebi cărţile de marcă şi de calitate. Primii cititori ai dicţionarului i-au dărăcit pe Milton şi pe Shakespeare (încă cel mai citat autor, cu peste treizeci de mii de referinţe), pe Fielding şi pe Swift, au depănat istorii şi predici, filosofi şi poeţi. într-un celebru apel public din 1879, Murray anunţa:

Avem nevoie de o mie de cititori. Literatura de la sfârşitul secolului al XVI-lea este acoperită destul de bine; dar şi aici mai sunt cărţi de citit. Secolul al XVII-lea, cu atât de mulţi autori în plus, se arată în mod firesc a fi un teritoriu şi mai puţin explorat.

El considera teritoriul ca fiind unul vast, însă limitat. Fondatorii dicţionarului intenţionau în mod explicit să găsească fiecare cuvânt, indiferent câte ar fi fost până la urmă. Ei au plănuit un inventar complet. De ce nu ar fi trebuit să o facă? Numărul cărţilor nu era cunoscut, dar nici nelimitat, iar cuvintele din aceste cărţi erau numărabile. Sarcina părea formidabilă, însă finită.

Nu mai pare finită. Lexicografii acceptă nelimitarea limbii. Ei ştiu pe dinafară celebra remarcă a lui Murray: “Cercul limbii engleze are un centru bine definit, dar nicio circumferinţă discemabilă”. In centru se află cuvintele pe care le ştie toată lumea. La margini, unde Murray plasa argoul, jargonul, terminologia ştiinţifică şi intruziunile din limbi străine, simţul limbii al fiecăruia diferă şi al nimănui nu poate fi numit “standard”.

Murray a considerat centrul “bine definit”, însă şi acolo pot fi văzute infinitudinea şi dezordinea. Cele mai uşoare, cele mai comune cuvinte - acelea pe care Cawdrey nici nu s-a gândit să le includă - solicită, în *OED*, cele mai cuprinzătoare articole. Numai articolul despre *make* - a face - ar umple o carte: el piaptănă nouăzeci şi opt de sensuri

distincte ale verbului, şi unele dintre aceste sensuri au câte o duzină sau mai multe subsensuri. Samuel Johnson a văzut problema acestor cuvinte şi a găsit o soluţie: să-şi pună mâinile în cap.

Munca mea a fost astfel mult sporită de o clasă de verbe prea frecvente în limba engleză, având o semnificaţie atât de largă şi de generală, o întrebuinţare atât de vagă şi de nedeterminată, precum şi sensuri deturnate atât de mult de la prima idee, încât e greu să le urmărim prin labirintul de variaţiuni, să le prindem de pulpana totalei lor goliciuni, să le circumscriem prin orice fel de limitaţii ori să le interpretăm prin orice cuvinte cu sens distinct şi stabil; aşa sunt *bear*, *break*, *come*, *cast*, *full*, *get*, *give*, *do*, *put*, *set*, *go*, *run*, *make*, *take*, *turn*, *throw*[25] Dacă întreaga forţă a tuturor acestora nu este oferită cu acurateţe, trebuie amintit că, în vreme ce limba noastră este încă vie şi variabilă conform capriciilor fiecăruia dintre cei care o vorbesc, aceste cuvinteîşi modifică relaţiile de la o oră la alta şi nu pot fi introduse în dicţionar mai mult decât poate un tufiş, în agitaţia unei furtuni, să fie delimitat cu precizie de imaginea sa răsfrântă în apă.

Johnson avea dreptate. Acestea sunt cuvinte pe care orice vorbitor de engleză le poate forţa oricând, în orice situaţie, să exercite o funcţie nouă, singure sau în combinaţii, inventiv sau nu, cu speranţa de a se face înţeles. Cu fiecare revizuire, articolul din *OED* pentru un cuvânt precum *make* - a face - se subdivide mai departe şi creşte în dimensiuni. Sarcina este nelimitată într-o direcţie spre interior.

Genul şi mai evident de nelimitare apare la extremităţi. Neologismul nu încetează nicicând. Cuvintele sunt inventate de comitete: *tranzistor*, Bell Laboratories, 1948.

25 Credem că o traducere a acestor verbe ar fi aproape inutilă, deoarece fiecare dintre ele are și în românește o multitudine de sensuri, care sporește considerabil prin adăugarea unor prepoziții determinative (n.a.).

Sau de mucaliţi: *booboisie*, H.L. Mencken, 1922.[26] Majoritatea apar prin generare spontană, organisme apărute în eprubetă, precum *blog* (c. 1999). O grămadă de nou-veniţi include *agroterrorism*, *bada-bing*, *bahookie* (o parte a corpului), *beer pong* (un joc de băutură), *bippy* (ca în expresia, pui rămăşag pe tău), *chucklesome*, *cypherpunk*, *tunage* şi *wonky*[27] Niciunul nu este ceea ce Cawdrey ar fi văzut printre "cuvintele uzuale dificile" şi niciunul nu se află în apropierea bine definitului centru al lui Murray, dar ele aparţin astăzi limbii comune. Chiar *bada-bing*: "sugerând ceva care se petrece subit, spectaculos, sau în mod uşor previzibil; «Chiar aşa!», «Presto!»". Citările istorice încep cu o înregistrare radio din 1965 a unui serial de comedie cu Pat Cooper şi continuă cu tăieturi din ziare, cu transcripturi de televiziune, precum şi o replică din primul film din seria *Godfather* - "Naşul": "O să te scoli uite-aşa şi bada-bing! le zbori creierii de sus până jos pe fiţosul tău costum de Ivy League". Lexicografii oferă, de asemenea, şi o etimologie, o excelentă probă de gândire ipotetică: "Origine incertă. Poate imitativ al sunetului unui răpăit de tobă urmat de zăngănitul unui cinei. Poate cf. italianului *bada bene* bagă bine la cap".

26 Booboisie - categorie de public lipsit de educație, prostime; vine de la combinarea aluzivă a cuvintelor boo, care înseamnă prost, năr od, și bourgeoisie, burghezie: „prostoghezie" (n.t.).

27 Bahookie - (cuvânt de origine scoțiană) bucă, șezut; bierpong- un fel de „ping-pong" cu sticle sau halbe de bere (evident, băute, nu aruncate peste o masă); bippy - o parte a corpului neprecizată, dar sugestiv a fi de nerostit în public explicit, tocmai pentru că se pune în loc rădăcina bip, expresie sonoră și grafică a cuvântului acoperit de cenzură atunci când se prezintă publicului filme sau interviuri înregistrate în care se folosesc expresii licențioase; chucklesome - unul care chicotește, râde peînfundate, mișt ocar, coțcar; cypherpunk - activist care militează pentru folosirea pe scară largă a criptografiei, a mesajelor criptate în lupta pentru schimbare socială; tuneage - distribuție pe Internet (Twitter) a muzicii de calitate, chiar dacă nu de mare popularitate; wonky - rablagit, hodorogit (n.t.).

Limba engleză nu mai are un centru geografic, dacă l-a avut vreodată. Universul discursului omenesc a avut întotdeauna nişte ape teritoriale - bălţi locale. Limba vorbită într-o vale diferă de limba din valea alăturată, şi aşa mai departe. Există acum mai multe văi decât au fost vreodată, chiar dacă văile nu mai sunt acum atât de izolate. “Noi ascultăm limba”, spunea Peter Gilliver, lexicograf şi istoric rezident de la OEditura “Atunci când asculţi limba colecţionând bucăţi de hârtie, e în regulă, dar acum e ca şi cum poţi auzi orice s-ar spune peste tot. Luaţi o comunitate de expatriaţi ce trăiesc într-o parte a lumii unde nu se vorbeşte engleza, expatriaţi din Buenos Aires sau ceva de genul acesta. Engleza lor, engleza în care îşi vorbesc zi de zi, este plină de împrumuturi din spaniola locală. Şi astfel, ei vor privi acele împrumuturi ca făcând parte din idiolectul lor, din vocabularul lor personal.” De asemenea, doar acum ei pot comunica pe *chat-rooms* şi pe bloguri. Atunci când inventează un cuvânt, îl poate auzi toată lumea. Atunci, el poate să devină ori nu o parte a limbii.

Dacă sensibilitatea urechilor lexicografilor are o limită ultimă, nimeni nu a descoperit-o încă. Invenţiile spontane pot avea un auditoriu de o singură persoană. Ele pot fi la fel de efemere ca şi particulele atomice într-o cameră de detecţie. Dar multe neologisme solicită un anumit nivel de cunoştinţe culturale împărtăşite. Poate că *bada-bing* nu ar fi făcut parte din engleza secolului XXI dacă nu ar fi existat experienţa comună a celor care au vizionat un program de televiziune american (deşi nu este citat de *OED*).

întregul tezaur de cuvinte - lexicul - constituie un set de simboluri ale limbii. Este setul fundamental de simboluri, într-o anumită privinţă: cuvintele sunt primele unităţi de semnificaţie pe care le recunoaşte orice limbă. Ele sunt universal recunoscute. Dar, într-o altă privinţă, este departe de a fi fundamental: pe măsură ce comunicarea evoluează, mesajele dintr-o limbă pot fi făcute bucăţi, recompuse şi transmise în seturi de simboluri mult mai mici: alfabetul;

puncte şi liniuţe; bătăi de tobă acute şi grave. Aceste seturi de simboluri sunt discrete. Lexicul nu este. E mai dezordonat. Creşte constant. Lexicografia se arată a fi o ştiinţă puţin potrivită pentru măsurători exacte. Se poate spune cu aproximaţie că engleza, cea mai cuprinzătoare şi cea mai răspândită limbă, posedă un număr de unităţi de semnificaţie care se apropie de un milion. Lingviştii nu posedă un etalon special, numai al lor; când încearcă să cuantifice ritmul neologizării, ei tind să caute în dicţionar pentru a se orienta şi chiar şi cel mai bun dicţionar fuge de acea responsabilitate. Extremităţile sunt întotdeauna estompate. Nu se poate trage o linie clară între cuvânt şi necuvânt.

Aşa că socotim cum putem. Cărticica lui Robert Cawdrey, fără nicio pretenţie de completitudine, conţinea un vocabular de numai 2 500 de cuvinte. Noi avem acum un dicţionar al limbii engleze mai complet decât era în 1600: subsetul *OED* conţinând cuvinte curente pe atunci. Acel vocabular numără 60 000 de cuvinte şi e în continuă creştere, pentru că descoperirea surselor din secolul al XVI-lea nu se sfârşește niciodată.25 Chiar şi aşa, nu e decât o mică fracţiune din cuvintele folosite patru secole mai târziu. Explicaţia acestei creşteri explozive, de la 60 000 la un milion, nu este simplă. Mare parte din ceea ce acum are nevoie să capete un nume nu exista încă pe atunci, desigur. Şi multe dintre cele care existau nu erau recunoscute. Nu exista nicio denumire pentru *tranzistor* în 1600, nici pentru *nanobacterie*, *webcam* sau *fen-phen*[28] O parte din creştere provine din mitoză. Chitara se divide în electrică şi acustică; alte cuvinte se divid prin reflecţia unor nuanţe delicate (aşa cum în martie 2007 *OED* a introdus un nou articol pentru *prevert* ca o formă a cuvântului *pervert*, considerând că *prevert* nu era doar o eroare de tipar, ci un efect umoristic deliberat). Alte cuvinte noi apar fără nicio inovaţie

28 Fen-phen - un medicament (anorectic) contra obezității (n.t.).

corespunzătoare în lumea lucrurilor reale. Ele se cristalizează în solventul informaţiei universale.

Ce anume, este un *mondegreen*? Este un vers auzit greşit (aşa cum, de exemplu, imnul creştin este auzit drept “Lead on, O kinky turtle.”).[29] Examinând probele, *OED* citează mai întâi un eseu din 1954, din *Harper's Magazine*, de Sylvia Wright: “Ceea ce voi numi de aici încolo mondegreens, de vreme ce nimeni altcineva nu a născocit un cuvânt pentru ele”.26 Ea a explicat ideea şi cuvântul astfel:

Când eram mică, mama obişnuia să-mi citească din *Percy's Reliques şi* una dintre poeziile mele favorite începea, din câte îmi amintesc, aşa:

Voi Ţinuturi de Sus şi voi Ţinuturi de Jos, *Oh*, *unde-aţi fost* [*sub cer senin*]?

I-au căsăpit pe contele Amurray, *şi pe lady Mondegreen*.

Apoi, cuvântul a stagnat, pentru câtva timp. Peste un sfert de secol, William Safire a discutat cuvântul într-un editorial despre limbă din *The New York Times Magazine*, După încă cincisprezece ani, în cartea sa *Instinctul limbii*, Steven Pinker oferă câteva exemple, de la “o fată cu colită trecea” la “bucuros ursul saşiu”[30] şi remarcă: “Interesant în

29 „Arată-ne calea, O țestoasă perversă" - bnkyînsemnând, la propriu, creț, cârlionțat, dar în sens figurat și pervers, anormal din punct de vedere sexual. Versul corect este lead on, oh king eternal - „arată-ne calea, o rege etern". E, într-adevăr, o mare diferență! (n.t.).

30 încurcături de ureche, nu de limbă, cum le-am putea spune, absolut delicioase - din păcate intraductibile: „o fată cu colită trecea" - a girl with colitis go by este o deformare teribilă a unui vers din cântecul grupului The Beatles, „Lucy in the Sky with Diamonds": a girl with kaleidoscope eye - „o fată cu ochi caleidoscopici"! Iar „bucuros ursul sașiu" - Gladly cross-eyed bear este o absurditate nemaipomenită, născută din auzirea corectă a unor foneme care au sens doar dacă sunt ortografiate așa cum trebuie: Gladly cross I'd bear - „bucuros crucea aș purta". Tot bucuros, la rândul meu, mărturisesc că deslușirile acestor mondegreene mi-au fost livrate, printre hohote de râs cu lacrimi, de către fiica mea și soțul ei din Statele Unite, Irina și Taylor Holmes. în schimb, prin mine, au aflat și ei despre existența termenului mondegreen (n.t.).

legătură cu mondegreenele este că erorile auditive sunt, în general, *mai puţin* plauzibile decât versurile originale".27 Dar nu cărţile şi revistele i-au dat viaţă cuvântului; au făcut-o site-urile de pe Internet, compilând mondegreene cu miile. *OED* a recunoscut cuvântul în iunie 2004.

Un mondegreen nu este un tranzistor, inerent modem. Modernitatea sa e mai greu de explicat. Ingredientele - cântece, cuvinte şi o înţelegere imperfectă - sunt la fel de vechi pe cât e şi civilizaţia. Şi totuşi, pentru ca mondegreenele să apară într-o cultură şi pentru ca *mondegreen* să existe în lexic, era nevoie de ceva nou: un nivel modem de conştiinţă de sine lingvistică şi interconectare. Era nevoie ca oamenii să audă greşit versurile nu doar o dată, nu doar de mai multe ori, ci destul de des pentru a deveni conştienţi de eroarea auditivă ca de un lucru ce merită să fie discutat. Ei aveau nevoie de alţi oameni cu care să împărtăşească recunoaşterea erorii. Până în cele mai modeme timpuri, mondegreenele, ca şi nenumărate alte fenomene culturale sau psihologice, pur şi simplu nu aveau nevoie să fie numite. Cântecele însele nu erau atât de comune; oricum, nu erau ascultate în lifturi şi pe telefoane mobile. Cuvântul *lyrics*, însemnând cuvintele unui cântec, nu a existat până în secolul al XIX-lea. Condiţiile pentru mondegreene au avut nevoie de mult timp să se coacă. Similar, verbul *to gaslight* înseamnă acum "să manipulezi o persoană prin mijloace psihologice, punând la îndoială sănătatea sa mintală"; el există numai pentru că suficient de multi oameni au văzut filmul din 1944 cu acel titlu şi au putut să presupună că ascultătorii lor văzuseră filmul la rândul lor. Nu ar fi putut limba pe care o vorbea Cawdrey - şi care era, la urma urmei, bogata şi fertila limbă a lui Shakespeare - să fi găsit o utilizare pentru un astfel de cuvânt? Nu are importanţă: tehnologia pentru *gaslight* nu fusese inventată. Nici tehnologia pentru cinematografie.

Lexicul este o măsură a experienţei împărtăşite, care provine din interconectare. Numărul de utilizatori ai limbii

reprezintă doar prima parte a ecuaţiei: saltul în patru secole de la 5 milioane de vorbitori de engleză la un miliard. Factorul de propulsie este numărul de conexiuni dintre şi printre aceşti vorbitori. Un matematician ar putea spune că schimbul de mesaje creşte nu geometric, ci combinatorie, ceea ce înseamnă mult, mult mai rapid. “Mă gândesc la o oală sub care temperatura a fost dată la maximum”, a spus Gilliver. “Datorită interconectării lumii vorbitoare de engleză, orice cuvânt poate ţâşni din baltă. Şi sunt încă bălţi locale, însă ele au această conectare instantanee la discursul obişnuit din viaţa de toate zilele.” La fel ca şi tiparul, telegraful şi telefonul de dinaintea sa, Intemetul transformă limba prin simpla transmitere diferită a informaţiei. Ceea ce face ciberspaţiul diferit faţă de toate tehnologiile anterioare ale informaţiei este amestecul său de scale, de la cea mai vastă până la cea mai minusculă, fără prejudicii, prin transmisiuni către milioane, comunicări restrânse către grupuri şi mesaje instantanee unu la unu.

Totul survine ca o destul de neaşteptată consecinţă a inventării maşinii de calcul. La început, se părea că aceasta e legată de numere.

4 a răspândi puterile gândirii ÎNTR-O MAŞINĂRIE /

(LO, ARITMETICIANUL EXTATIC)

Lumină aproape solară a fost extrasă din resturi de peşte; focul a fost supus de lampa lui Davy; iar maşinăria a fost învăţată aritmetică în loc de poezie.1

- Charles Babbage (1832)

Nimeni nu s-a îndoit că Charles Babbage era sclipitor. Şi nimeni nu prea a înţeles natura geniului său, care a rămas departe de centrul atenţiei pentru multă vreme. Ce spera să realizeze? Din acest punct de vedere, care era, exact, ocupaţia lui? Când a murit la Londra, în 1871, autorul de necrologuri al ziarului *Times* l-a declarat drept “unul dintre cei mai activi şi originali dintre gânditorii originali”, dar lăsa impresia că el fusese cel mai bine cunoscut pentru lunga şi excentrica sa cruciadă împotriva muzicanţilor şi a

flaşnetarilor ambulanţi.2 Poate că lui nu i-arfi păsat. Era multilateral şi se mândrea cu asta. “El a demonstrat o mare dorinţă de a cerceta cauzele lucrurilor care uimesc minţile copiilor”, a spus un elogios comentator american. “El a eviscerat jucăriile ca să vadă cum funcţionează.”3 Babbage nu aparţinea întru totul vremurilor sale, care se autointitulau Epoca Aburului sau Era Maşinistă. El s-a ocupat de utilizările aburului şi ale maşinilor şi s-a considerat pe sine drept un om pe de-a-ntregul modern, dara fost urmărit şi de o multitudine de pasiuni şi obsesii - decriptarea cifrurilor, descuierea lacătelor, faruri marine, inelele copacilor, poşta -, a căror logică a devenit ceva mai clară abia peste un secol. Cercetând economia poştei, el a fost călăuzit de o intuiţie contraintuitivă, anume că originea costurilor celor mai însemnate nu era transportul fizic al coletelor de hârtie, ci “verificarea” lor - calcularea distanţelor şi încasarea plăţilor corecte -, şi astfel a inventat ideea modernă a tarifelor poştale standardizate. Era îndrăgostit de plimbările cu barca, prin care el înţelegea nu “munca manuală a vâslitului, ci arta mai intelectuală a navigaţiei cu pânze”4 Era pasionat de trenuri. A pus la punct un dispozitiv de înregistrare pentru calea ferată, care folosea tocuri cu cerneală pentru trasarea de curbe pe nişte suluri de hârtie lungi de o mie de picioare: o combinaţie de seismograf şi vitezometru, care înscria istoria vitezei unui tren, precum şi toate hopurile şi zgâlţâielile acestuia de-a lungul drumului.

Pe când era tânăr, oprindu-se la un han din nordul Angliei, s-a amuzat aflând că tovarăşii săi de călătorie avuseseră o dispută legată de ocupaţia lui:

“Domnul înalt din colţ”, mi-a spus informatorul meu, “a susţinut că lucraţi în domeniul articolelor de uz casnic; pe când domnul cel gras care stătea lângă dumneavoastră era destul de sigur că vă ocupaţi de comerţul cu spirt. Altcineva le-a spus că se înşală amândoi:în opinia lui, călătoriţi cu un mare industriaş din industria fierului”

“Ei bine”, am spus eu, “dumneavoastră, bănuiesc, aţi ghicit vocaţia mea ceva mai bine decât amicii noştri”

“Da”, spuse informatorul meu, “am ştiut cât se poate de bine că lucraţi în comerţul cu dantelă de Nottingham”.5

Putea fi descris ca matematician profesionist şi, totuşi, în acea situaţie, el vizita atelierele şi manufacturile din ţară, încercând să descopere ultimul nivel tehnic în domeniul maşinilor unelte. După cum a remarcat, “cei care se bucură de timp liber cu greu pot găsi o preocupare mai interesantă şi mai instructivă decât inspectarea atelierelor din propria lor ţară, care conţin o bogată mină de cunoştinţe, în general prea mult neglijate de clasele înstărite”.6 El însuşi nu a neglijat niciun filon de cunoaştere. A devenit expert în manufactura dantelei de Nottingham; la fel, în utilizarea prafului de puşcă în carierele de calcar; în tăierea precisă a sticlei cu diamante; şi în toate utilizările maşinilor pentru a produce energie, a face economie de timp şi a transmite semnale. A analizat prese hidraulice, pompe de aer, gazomètre şi aparate de filetat şuruburi. La sfârşitul voiajului său ştia ca nimeni altul din Anglia despre fabricarea acelor cu gămălie. Cunoştinţele sale erau practice şi metodice. Estima că o livră de bolduri necesita munca a zece bărbaţi şi femei timp de cel puţin şapte ore şi jumătate, făcând următoarele operaţii: trasul sârmei, îndreptarea sârmei, răsucirea şi tăierea capetelor colacilor de sârmă, cositorirea sau înălbirea şi, în sfârşit, împachetarea cu hârtie. A calculat costul fiecărei operaţii în milionimi de penny. Şi a notat că acest proces, odată dus la perfecţiune, îşi trăia ultimele zile: un american inventase o maşină automată care efectua mai rapid aceste operaţii.7

Babbage a inventat propria lui maşină, un mecanism enorm şi sclipitor de aramă, cositor şi plumb, alcătuit din mii de manivele şi rotoare, angrenaje şi roţi dinţate, toate îmbinate cu maximă precizie. Şi-a petrecut lunga-i viaţă lucrând la perfecţionarea ei, întâi într-o primă întruchipare, apoi într-o a doua, dar totul s-a petrecut mai ales în mintea

lui. Nu a ajuns să se materializeze nicăieri în altă parte. Ocupă astfel un loc extrem şi aparte în analele invenţiei: un eşec şi, totodată, una dintre cele mai măreţe realizări intelectuale ale omenirii. A eşuat pe o scară colosală, ca proiect ştiinţifico-industrial "pe cheltuiala naţiunii, pentru a fi deţinut în proprietate naţională", finanţat de Trezorerie timp de aproape douăzeci de ani, începând din 1823, cu o alocaţie a Parlamentului de 1 500 de lire, şi până în 1842, când prim-ministrul l-a suspendat.8 Ulterior, proiectul lui Babbage a fost uitat. A dispărut din rândul invenţiilor. Mai târziu, însă, a fost redescoperit şi a devenit influent retroactiv, strălucind ca o făclie din trecut.

La fel ca războaiele de ţesut, forjele, fabricile de cuie şi atelierele de sticlărie din călătoriile sale prin nordul Angliei, maşina lui Babbage era proiectată să fabrice mari cantităţi dintr-un anumit produs. Produsul erau numere. Maşina deschidea un canal dinspre lumea corporală a materiei spre o lume de pure abstracţiuni. Maşina nu consuma niciun fel de materie primă - inputul şi outputul neavând greutate -, însă avea nevoie de o forţă considerabilă pentru a pune roţile în mişcare. Toată acea maşinărie ar fi umplut o cameră şi ar fi cântărit câteva tone. Producând numere, după cum a conceput-o Babbage, solicita un grad de complexitate mecanică la limita tehnologiei disponibile. Boldurile erau uşoare în comparaţie cu numerele.

Nu era firesc să gândeşti numerele ca pe un produs fabricat. Ele existau în minte sau în abstractizarea ideală, în perfecta lor infinitate. Nicio maşină nu putea să suplimenteze oferta mondială. Numerele produse de maşina lui Babbage erau vizate a fi acelea cu semnificaţie: numere cu sens. De exemplu, 2,0969100113 avea un sens ca logaritm de 125. (Dacă *fiecare* număr are o semnificaţie avea să fie o enigmă pentru secolul următor.) Semnificaţia unui număr putea fi exprimată ca o relaţie cu un alt număr sau ca răspuns al unei anumite probleme de aritmetică. Babbage însuşi nu a vorbit în termeni de semnificaţie; el a încercat

să-şi explice maşina în mod pragmatic, în termeni de a introduce numerele în maşină şi de a vedea cum alte numere ies din ea sau, puţin mai fantezist, în termeni de a pune întrebări maşinii, aşteptând un răspuns. Indiferent cum, el a avut dificultăţi în a-şi preciza ideea. A bombănit astfel:

De două ori am fost întrebat: - “Domnule Babbage, dacă introduceţi în maşină numere eronate, va mai ieşi răspunsul corect?” într-un caz, un membru al Camerei Superioare, în celălalt, unul din Camera Inferioară [a Parlamentului] a pus această întrebare. Nu sunt în stare să pricep genul de confuzie de idei care ar putea să cauzeze o astfel de întrebare.9

Oricum, maşina nu era gândită să fie vreun soi de oracol, care să fie consultat de către indivizi veniţi de la mari depărtări, din lumea largă, pentru răspunsuri matematice. Misiunea principală a maşinii era să printeze numere în masă. Pentru portabilitate, faptele aritmeticii puteau fi exprimate în tabele şi legate în cărţi.

Lui Babbage, lumea i se părea a fi alcătuită din astfel de fapte. Ele erau “constantele naturii şi ale artei”.10 Le colecţiona pretutindeni. A compilat un Tabel de constante ale clasei mamifere: oriunde se ducea, cronometra respiraţia şi pulsul porcilor şi vacilor. A inventat o metodă statistică de a face tabele cu speranţa de viaţă pentru oarecum obscura afacere a asigurărilor. A configurat un tabel de greutăţi în grame pe vard pătrat ale diferitelor ţesături: batist, stambă, nanchin, muselină, mătase şi voal. Un alt tabel arăta frecvenţa relativă a tuturor literelor duble în engleză, franceză, italiană, germană şi latină. A studiat, a calculat şi a publicat un tabel al frecvenţei relative a cauzelor spargerii geamurilor de la ferestre, distingând 464 de cauze diferite, dintre care nu mai puţin de paisprezece implicau “bărbaţi, femei sau copilandri beţi”. Insă tabelele cele mai dragi inimii lui erau şi cele mai pure: tabele de numere şi numai numere, mărşăluind ordonat de-a lungul şi

de-a latul paginilor în impunătoare rânduri şi coloane, modele de evaluare abstractă.

O carte de numere: dintre toate speciile de tehnologie a informaţiei, ce obiect straniu şi puternic este acesta. “Lo! aritmeticianul extatic!”, a scris Élie de Joncourt în 1762. “Uşor de mulţumit, el nu cere dantelă de Bruxelles, nici trăsură cu sase cai.” Propria contribuţie a lui Joncourt era un mic volum *in quarto* în care erau trecute primele 19 900 de numere triangulare. Aceste numere erau foarte simple, fiind sumele primelor *n* numere întregi: 1, 3 (1 + 2), 6 (1 + 2 + 3), 10 (1 + 2 + 3 + 4), 15, 21, 28, şi aşa mai departe. Ele i-au interesat pe teoreticienii numărului începând cu Pitagora. Ofereau puţin în ceea ce priveşte utilitatea, dar Joncourt rapsodia despre plăcerea lui de a le compila, iar Babbage l-a citat cu adâncă simpatie: “Numerele au multe farmece, nevăzute de ochii vulgari şi descoperite numai de către neobosiţii şi respectuoşii fii ai artei. Dulce plăcere poate să rezulte din astfel de contemplări”.11

Tabelele numerice făcuseră parte din afacerea cu cărţi chiar înainte de începutul erei tiparului. Lucrând la Bagdad în secolul al IX-lea, Abu Abdullah Mohammad Ibn Musa al-Khwarizmi, al cărui nume supravieţuieşte în cuvântul *algoritm*, a conceput tabele de funcţii trigonometrice, care s-au răspândit prin Europa şi spre est, către China, scrise şi copiate de mână, timp de sute de ani. Tiparul a adus tabelele numerice pe tărâmul lor: ele erau o firească primă aplicaţie în producţia de masă a datelor. Pentru oamenii care aveau nevoie de aritmetică, tabelele de înmulţiri au ocupat un teritoriu din ce în ce mai vast: 10 ' 1000, apoi 10 ' 10 000 şi ulterior până la 1 000 ' 1 000. Erau tabele de numere la pătrat, la cub, rădăcini şi inverse. O formă timpurie de tabel a fost cel de efemeride sau almanahul, care lista poziţiile soarelui, lunii şi ale planetelor pentru astrologi. Comercianţii au găsit utilizări ale cărţilor cu numere. In 1582, Simon Stevin a scos *Tafelen van Interest*, un compendiu de dobânzi pentru bancheri şi cămătari. El

promova noua aritmetică zecimală pentru “astrologi, arpentori, tapiţeri, dogari şi stereometri, în general, şefi de monetărie şi toţi comercianţii”.12Când Cristofor Columb a pornit spre Indii, a luat cu el să-i fie de ajutor în navigaţie o carte cu tabele de Regiomontanus, tipărită la Nüenberg două decenii după invenţia linotipului în Europa.

Cartea lui Joncourt de numere trianguläre era mai pură decât oricare dintre acestea - ceea ce e totuna cu a spune că era inutilă. Orice număr triangular arbitrar poate fi găsit (sau creat) printr-un algoritm: se înmulţeşte n cu $n + 1$ şi se împarte la 2. Aşa că întregul compendiu al lui Joncourt, ca un maldăr de informaţii de stocat şi de transmis, se năruie într-un norişor de fum, reducându-se la o formulă de un rând. Formula conţine toată informaţia. Cu ea, orice om capabil de simpla înmulţire (nu erau multi) poate să genereze orice număr triangular la comandă. Joncourt ştia acest lucru. Şi totuşi, el şi editorul său, M. Husson, din Haga, au găsit că merita să pună tabelele în şpalt, trei perechi de coloane pe pagină, fiecare pereche listând treizeci de numere naturale în rând cu numerele lor triangulare corespunzătoare, de la 1 (1) la 19 999 (199 990 000), fiecare număr cules individual de către tipograf din casetele de caractere metalice, aliniat într-un cadru şi inserat într-o ramă de fier de pus la presă.

De ce? Dincolo de obsesie şi efervescenţă, creatorii tabelelor numerice aveau sentimentul valorii lor economice. Conştient sau nu, ei au socotit preţul acestor date speciale punând în balanţă dificultatea de a calcula şi căutarea lor într-o carte. Precalcularea plus stocarea datelor plus transmiterea datelor ieşeau, de obicei, mai ieftin decât calculul ad hoc. Existau “computere” şi “calculatoare”: acestea erau oameni cu abilităţi speciale, şi, una peste alta, calculul era costisitor.

începând din 1767, Comitetul pentru Longitudini din Anglia a comandat publicarea anuală a unui *Almanah nautic*, cu tabele de poziţii ale Soarelui, Lunii, stelelor, planetelor şi

sateliţilor lui Jupiter. De-a lungul următoarei jumătăţi de secol, o reţea de calculatori au efectuat munca - treizeci şi patru de bărbaţi şi o femeie, Mary Edwards, din Ludlow, Shropshire, toţi lucrând la casele lor. Munca lor conştiincioasă le aducea 70 de lire pe an.13 Calculul era o industrie domestică. Se cerea un oarecare simţ matematic, dar nu neapărat un geniu; existau nişte reguli pas cu pas pentru fiecare tip de calcul. In orice caz, fiind nişte fiinţe umane, calculatorii comiteau erori, astfel încât munca era făcută adesea de două ori de dragul redundanţei. (Din păcate, oameni fiind, calculatorii erau câteodată prinşi că făceau economie de efort copiind unii de la alţii.) Pentru coordonarea fluxului de informaţii, proiectul a angajat un comparator de efemeride şi corector al probelor. Comunicarea dintre calculatori şi comparator se făcea prin poştă, călare sau pe jos, un mesaj la câteva zile.

O invenţie a secolului al XVII-lea fusese catalizatorul întregii întreprinderi. Această invenţie era ea însăşi o specie de număr, numit *logaritm*. Era numărul ca unealtă. Henry Briggs explica:

Logaritmii sunt numere inventate pentru rezolvarea mai uşoară a problemelor de aritmetică şi geometrie. Numele este derivat din *Logos*, care înseamnă *raţiune*, şi *Arithmos*, adică *numere*. Prin ele, înmulţirile şi împărţirile dificile din aritmetică sunt evitate şi efectuate numai prin adunare în loc de înmulţire şi prin scădere în loc de împărţire.14

în 1614, Briggs era profesor de geometrie - primul profesor de geometrie - la Gresham College din Londra, ulterior locul de naştere al Societăţii Regale. Fără logaritmi, el alcătuise deja două cărţi de tabele, *Un tabel de aflat înălţimea polului*, *dată fiind declinaţia magnetică* şi *Tabele pentru îmbunătăţirea navigaţiei*, când a sosit din Edinburgh o carte ce promitea “să înlăture toate dificultăţile care până acum au existat în calculele matematice”.

Nu există nimic (iubiţi studenţi în matematică) atât de supărător în practica matematică, nimic de natură să-i

necăjească şi să-i stânjenească mai mult pe calculatori decât înmulţirile, împărţirile, extragerea rădăcinilor pătrate şi cubice ale numerelor mari care, pe lângă plicticosul consum de timp, sunt, în cea mai mare parte, supuse multor erori alunecoase.15

Această nouă carte propunea o metodă care ar fi eliminat în cea mai mare parte consumul de timp şi erorile. Era ca o lanternă electrică trimisă într-o lume lipsită de lumină. Autorul era un scoţian bogat, John Napier (sau Napper, Nepair, Naper sau Neper), al optulea lord de Merchiston Castle, un teolog şi bine cunoscut astrolog care îşi făcuse, de asemenea, un hobby din matematică. Briggs era nerăbdător. "Naper, lord de Markinston, mi-a pus capul şi mâinile la treabă", a scris el. "Sper să-l cunosc vara aceasta, cu voia lui Dumnezeu, căci nu am văzut carte care să-mi fi plăcut şi să mă fi uimit mai mult."16 A făcut pelerinajul în Scoţia şi acolo, prima lor întâlnire, după cum a consemnat el mai târziu, a început cu un sfert de oră de tăcere: "L-am petrecut fiecare privindu-l pe celălalt aproape cu admiraţie înainte de a scoate un cuvânt".17

Briggs a destrămat vraja: "*My Lord*, am întreprins această lungă călătorie cu scopul de a vă cunoaşte în persoană şi de a afla prin ce mecanism de inteligenţă sau inventivitate aţi ajuns să fiţi primul care să gândească acest excelent ajutor pentru astronomie, logaritmii; dar, *my Lord*, odată descoperiri de către dumneavoastră, mă uimeşte că nimeni altcineva nu i-a descoperit înainte, când, odată cunoscuţi, totul e atât de uşor". A stat la moşier câteva săptămâni, studiind.

în timpurile modeme, un logaritm este un exponent. Un student învaţă că logaritmul lui 100, folosind 10 ca bază, este 2, deoarece 100 = IO2. Logaritm de 1 000 000 este 6, deoarece 6 este exponent în expresia 1 000 000 = IO6. Pentru a înmulţi două numere, un calculator poate doar să caute logaritmii lor şi să-i adune. De exemplu:

100 x 1 000 000 = IO2 x IO6 = 10<2 + 6>

Căutând în tabele şi adunând este mai uşor decât să înmulţeşti.

însă Napier nu şi-a exprimat ideea în acest fel, în termeni de exponenţi. El a prins ideea în mod visceral: el gândea în termeni de relaţii între diferenţe şi proporţii. O serie de numere cu o diferenţă fixă este o progresie aritmetică: O,1, 2, 3, 4, 5... Când numerele sunt separate de o proporţie fixă, progresia este geometrică: 1, 2, 4, 8,16, 32... Puneţi aceste progresii una lângă cealaltă,

O 1 2 3 4 5

1 2 4 8 16 32

(logaritmi în baza 2) (numere naturale)

iar rezultatul este un tabel rudimentar de logaritmi - rudimentar, pentru că exponenţii numere întregi sunt cei facili. Un tabel de logaritmi util trebuia să umple golurile, cu multe zecimale de acurateţe.

în mintea lui Napier exista o analogie: diferenţele sunt faţă de raporturi aşa cum adunarea este faţă de înmulţire.

Gândirea lui traversa de la un plan la altul, de la relaţii spatiale la numere pure. Aliniind aceste scale una lângă cealaltă, el oferea unui calculator un mijloc practic de a converti înmulţirea în adunare - coborând, prin urmare, de la sarcina dificilă la cea mai uşoară. Intr-un anume fel, metoda este un gen de traducere sau codificare. Numerele naturale sunt codificate ca logaritmi. Calculatorul îi caută într-un tabel, cartea de coduri, în acest nou limbaj, calculul este uşor: adunare în loc de înmulţire sau înmulţire în loc de ridicare la putere. Când lucrarea este încheiată, rezultatul este tradus înapoi în limbajul numerelor naturale. Napier, firește, nu putea gândi în termeni de codificare.

Briggs a revizuit şi a extins secvenţele numerice necesare şi a publicat o carte proprie, *Logarithmicall Arithmetike* plină de aplicaţii pragmatice. Pe lângă logaritmi, el a prezentat tabele de latitudini ale declinaţiei solare an de an; a arătat cum să se afle distanţa dintre două locuri, date fiind latitudinile şi longitudinile lor; şi a întocmit un ghid

stelar cu declinaţii, distanţa polară şi ascensiunea directă. Unele dintre acestea reprezentau cunoştinţe necompilate vreodată şi unele erau cunoştinţe orale făcând tranziţia spre tipar, după cum se poate vedea în denumirile nu tocmai formale ale stelelor: *Pole Starre* [Steaua Polară], *girdle of Andromeda* [Brâul Andromedei], *Whales Bellie* [pântecele Balenei], *the brightest in the harpe* [cea mai strălucitoare din liră] şi *the first in the great Beares taile next her rump* [prima din coada Ursei Mari lângă târtiţa ei].18 Briggs a avut în vedere şi probleme financiare, oferind reguli de calcul al dobânzii, retroactiv şi prospectiv. Noua tehnologie era o cumpănă a apelor: “Se mai poate remarca aici că folosirea a 100 de lire pe zi la o rată a dobânzii de 8, 9, 10 sau asemenea, timp de un an abia dacă a fost cunoscută, până când au fost descoperiţi logaritmii: căci altminteri solicită atât de laborioase extrageri de rădăcini, încât ar costa mai multă caznă decât ar valora cunoaşterea lucrului de calculat”.19 Cunoaşterea are o valoare şi un cost ale descoperirii, fiecare de socotit şi cântărit.

NUMERE NATURALE	LOGARITMI ÎN BAZA 2
1	O
2	1
3	1,5850
4	2
5	2,3219
6	2,5850
7	2,8074
8	3
9	3,1699
10	3,3219
11	3,4594
12	3,5850

13	3,7004
14	3,8074
15	3,9069
16	4
17	4,0875
18	4,1699
19	4,2479
20	4,3219
21	4,3923
22	4,4594
23	4,5236
24	4,5850
25	4,6439
26	4,7004
27	4,7549
28	4,8074
29	4,8580
30	4,9069
31	4,9542
32	5
33	5,0444
34	5,0875
35	5,1293
36	5,1699
37	5,2095
38	5,2479
39	5,2854
40	5,3219
41	5,3576
42	5,3923
43	5,3923
44	5,4594
45	5,4919
46	5,5236
47	5,5546
48	5,5850

49	5,6147
50	5,6439

Chiar şi această descoperire incitantă a avut nevoie de mai multi ani pentru a ajunge până la Johannes Kepler, care a folosit-o pentru perfecţionarea tabelelor sale cereşti din 1627, bazate pe datele sârguincios adunate de către Tycho Brahe. “A apărut pe scenă un baron scoţian (i-am uitat numele), care a făcut un lucru excelent”, i-a scris Kepler unui prieten, “transformând orice înmulţire şi împărţire în adunare şi scădere”.20 Tabelele lui Kepler erau de departe mai precise - poate de treizeci de ori mai exacte - decât ale oricăruia dintre predecesorii săi medievali, iar acurateţea a făcut posibil ceva cu totul nou, armoniosul lui sistem heliocentric, cu planetele orbitând Soarele pe traiectorii eliptice. Din acel moment şi până la apariţia maşinilor electronice, majoritatea calculelor omeneşti au fost efectuate cu ajutorul logaritmilor.21 Un profesor al lui Kepler a pufnit: “Nu e potrivit pentru un profesor de matematică să manifeste o plăcere copilărească numai pentru că socotitul a fost făcut mai uşor”.22 Dar de ce nu? De-a lungul secolelor, toţi au simţit acea plăcere făcând socoteli: Napier şi Briggs, Kepler şi Babbage, alcătuind listele lor, construind coloanele lor de raporturi şi proporţii, perfecţionând mecanismele lor de transformare a numerelor în numere. Şi apoi, comerţul mondial le-a validat plăcerea.

Charles Babbage s-a născut de Boxing Day[31], în 1791, aproape de sfârşitul secolului care a început cu Newton. Casa lui se afla pe malul stâng al Tamisei, în Walworth, Surrey, încă un cătun, deşi Podul Londrei se găsea la cel mult o jumătate de oră de mers chiar şi pentru un băieţel.

31 Boxing Day - a doua zi de Crăciun; contrar aparențelor, numele acestei celebrări religioase (având o etimologie nesigură și controversată) nu are nimic de a face cu boxul, ci vine de la box - „cutie" (de metal sau lemn) în care se strângeau, pe 26 decembrie, la biserică bani și daruri pentru cei nevoiași (n.t.).

Era fiul unui bancher, el însuşi fiu şi nepot de meşteri aurari. In Londra copilăriei lui Babbage, Era maşinistă se făcea simţită pretutindeni. O nouă specie de impresari făcea demonstraţii cu noile maşinării în expoziţii. Spectacolele care atrăgeau cele mai numeroase mulţimi prezentau automate - păpuşi mecanice, ingenioase şi delicate, cu roţi şi pinioane, ce imitau însăşi viaţa. Charles Babbage a mers cu mama sa la Muzeul Mecanic al lui John Merlin, din Hanover Square, plin de ceasornice şi cutii muzicale şi, cel mai interesant, simulacre de fiinţe vii. O lebădă de metal îşi îndoia gâtul să prindă un peşte de metal, mişcată de resorturi şi came ascunse. In mansarda atelierului artistului, Charles a văzut o pereche de dansatoare dezbrăcate, alunecând şi îndoindu-se, făcute din argint la o cincime din mărimea naturală. însuşi Merlin, mai vârstnicul lor creator, a spus că lucrase ani de zile la aceste maşini, favoritele sale, încă neterminate. Una dintre figurine îl impresionase în mod deosebit pe Charles prin graţia şi aparenta sa însufleţire. “Această doamnă se fandosea în chipul cel mai fascinant”, îşi amintea el. “Ochii săi erau plini de imaginaţie şi irezistibili.”23 Intr-adevăr, pe când era un bărbat la patruzeci de ani a găsit dansatoarea de argint a lui Merlin la o licitaţie, a cumpărat-o pentru 35 de lire, a pus-o pe un piedestal în casa lui şi i-a acoperit formele nude în hăinuţe dichisite.24

Băiatul era, de asemenea, îndrăgostit de matematică - un interes foarte îndepărtat de artele mecanice, după cât se părea. A învăţat de unul singur pe bucăţele şi fărâmiţe din cărţile pe care le-a putut găsi. în 1810 a intrat la Trinity College, Cambridge - tărâmul lui Newton şi încă centrul moral al matematicii din Anglia. Babbage a fost de îndată dezamăgit: a descoperit că ştia deja despre obiectul modem mai mult decât tutorii lui şi că plusul de cunoaştere pe care îl căuta nu era de găsit acolo, poate că nicăieri în Anglia. A început să-şi procure cărţi străine - îndeosebi din Franţa lui Napoleon, cu care Anglia se afla în război. De la

un librar de specialitate din Londra a cumpărat cartea lui Lagrange *Teoria funcţiilor analitice* şi “marea lucrare a lui Lacroix, despre *Calculul diferenţial şi integral*”.*25*

Avea dreptate: la Cambridge, matematica stătea pe loc. In urmă cu un secol, Newton fusese abia al doilea profesor de matematică din câţi avusese universitatea vreodată; toată forţa şi întreg prestigiul disciplinei proveneau din moştenirea lui. Acum măreaţa lui umbră acoperea matematica engleză ca un blestem. Cei mai avansaţi studenţi învăţau strălucitele şi ezotericele sale “fluxiuni” şi dovezile geometrice din opera sa *Principia*. în mâinile oricui altcineva decât Newton, vechile metode ale geometriei nu produceau decât frustrări. Formulările sale ciudate ale calculului infinitezimal făceau prea puţin bine moştenitorilor săi. Erau tot mai izolate. Profesorimea engleză “privea orice tentativă de inovaţie ca pe un păcat faţă de memoria lui Newton”, a spus un matematician din secolul al XIX-lea.26 Pentru apa curgătoare a matematicii modeme, un student trebuia să privească în altă parte, spre continent, către “analiza” şi limbajul de diferenţiere aşa cum fusese inventat de către rivalul şi blestemul lui Newton, Gottfried Wilhelm Leibniz. în mod fundamental, exista un singur calcul infinitezimal. Newton şi Leibniz ştiau cât de asemănătoare erau rezultatele muncii lor - suficient cât să se acuze reciproc de plagiat. Insă ei au elaborat sisteme de notaţie incompatibile - limbaje diferite -, şi, în practică, aceste diferenţe de suprafaţă contau mai mult decât asemănarea fundamentelor. Simbolurile şi operatorii erau acele instrumente cu care matematicienii aveau de lucru, la urma urmelor. Spre deosebire de majoritatea studenţilor, Babbage a devenit fluent în ambele - “punctele lui Newton, d-urile lui Leibniz”27 - şi a simţit că văzuse lumina. “Este întotdeauna dificil să gândeşti şi să raţionezi într-un nou limbaj.”28

Intr-adevăr, limbajul în sine l-a izbit ca un obiect potrivit studiului filosofic - o tematică în care s-a abătut şi el din

când în când. A gândi despre limbaj, în vreme ce gândeşti în limbaj, conduce la încurcături şi paradoxuri. Babbage a încercat o vreme să inventeze ori să construiască un limbaj universal, un sistem de simboluri care să fie eliberat de idiosincrazii şi imperfecţiuni locale. Nu era primul care să încerce aşa ceva. Leibniz însuşi a pretins că era pe punctul de a crea o *characteristica universalis*, care ar dărui omenirii "un nou tip de instrument ce va spori puterile raţiunii mult mai mult decât orice instrument optic a mărit vreodată puterea vederii".29 Pe măsură ce filosofii au ajuns faţă în faţă cu multiplicitatea dialectelor lumii, ei au privit adeseori limba nu ca pe un receptacul perfeet al adevărului, ci ca pe o sită prin care acesta se scurge. Confuzia în ceea ce priveşte semnificaţiile cuvintelor ducea la contradicţii. Ambiguităţile şi falsele metafore nu erau cu siguranţă inerente naturii lucrurilor, ci se iveau dintr-o alegere nesatisfăcătoare a semnelor. Dacă unul măcar ar putea găsi o tehnologie mentală adecvată, un adevărat limbaj filosofic! Alese în mod potrivit, simbolurile sale trebuie să fie universale, transparente şi imuabile, susţinea Babbage. Lucrând sistematic, el a reuşit să creeze o gramatică şi a început să scrie un lexicon, însă a eşuat din cauza unei probleme de stocare şi extragere - "oprit de aparenta imposibilitate de aranjare a semnelor în orice ordine consecutivă, astfel încât să se găsească, la fel ca într-un dicţionar, semnificaţia fiecăruia atunci când se doreşte".30 Cu toate acestea, simţea că limbajul este un lucru pe care o persoană îl poate inventa. La modul ideal, limbajul ar trebui să fie raţionalizat, previzibil şi mecanic. Angrenajele ar trebui să se îmbine.

înainte de absolvire, ţintea spre o nouă renaştere a matematicii engleze - o cauză potrivită pentru un grup de susţinere şi lansarea unei cruciade. S-a alăturat altor doi studenţi promiţători, John Herschel şi George Peacock, formând ceea ce ei au numit Societatea Analitică, "pentru propagarea d-urilor" împotriva "ereziei punctelor" sau,

după cum a spus Babbage, “Punct-epoca Universităţii”.31 (Era încântat de propriul său “calambur răutăcios”.) In campania lor de eliberare a calculului infinitezimal de punctuaţia engleză, Babbage a deplâns “norul de dispută şi sarcasm naţional, care a fost azvârlit asupra originilor sale”. Nu conta dacă părea să fie franţuzesc. A spus el: “Acum trebuie să reimportăm exoticul, cu aproape un secol de îmbunătăţiri străine şi să-l facem din nou şi mai indigen printre noi”.32 Erau rebeli contra lui Newton în inima Newtoniei. Se întruneau la micul dejun în fiecare duminică, după slujba din capelă.

“Fireşte că eram ridiculizaţi de către membrii corpului profesoral”, îşi amintea Babbage. “Umblau zvonuri sumbre despre noi că eram nişte tineri necredincioşi şi că nimic bun nu se va alege de capul nostru.” Şi totuşi, evanghelismul lor dădea rezultate: noile metode se răspândeau de jos în sus, studenţii învăţând mai repede decât profesorii lor. “Multi examinatori ridicau o sprânceană, pe jumătate în semn de iritare, pe jumătate în semn de admiraţie, citind răspunsurile neobişnuite care începeau să apară în lucrările scrise”33, a scris Herschel. Punctele lui Newton au părăsit scena, fluxiunile lui fiind înlocuite de notaţia şi limbajul lui Leibniz.

Intre timp, Babbage nu a dus nicicând lipsă de amici cu care putea să bea vin ori să joace whist pe şase penny punctul, împreună cu un grup de prieteni a înfiinţat Ghost Club - Clubul Fantomă, dedicat culegerii de probe pro şi contra spiritelor oculte. Cu un alt grup a creat un club numit Extractors, menit să pună în ordine problemele de sănătate şi de boală mintală, potrivit unui set de proceduri:

1. Fiecare membru îşi va comunica adresa secretarului o dată la şase luni.

2. Dacă această comunicare va întârzia peste douăsprezece luni, se va presupune că rudele l-au închis într-un ospiciu.

3. Se va întreprinde orice efort legal sau ilegal pentru a-l scoate de la casa de nebuni [de aici şi numele de “Extractors”].

4. Fiecare candidat la calitatea de membru va aduce şase certificate. Trei că este sănătos mintal şi alte trei că este nebun.34

Dar Societatea Analitică era ceva serios. Fără ironie, în deplină onestitate, aceşti prieteni matematicieni, Babbage, Herschel şi Peacock, au hotărât “să-şi dea toată silinţa pentru a lăsa în urma lor lumea ca pe un loc mai înţelept decât l-au găsit”. Au închiriat camere, îşi citeau ziarele unii altora şi şi-au publicat propriile lor “Transactions”/ Şi în acele camere închiriate, pe când Babbage moţăia deasupra unei cărţi de logaritmi, unul dintre ei i-a tulburat picoteala: “Ei bine, Babbage, la ce visezi?”.

“Mă gândeam că toate aceste tabele ar putea fi calculate de o maşină”, a răspuns el.35

Cel puţin aşa a relatat conversaţia Babbage după cincizeci de ani. Fiecare invenţie valoroasă are nevoie de o poveste de tip “evrika” şi el mai avea una de rezervă. El şi Herschel lucrau împreună la realizarea unui tabel manuscris de logaritmi pentru Societatea Astronomică din Cambridge. Acei logaritmi fuseseră calculaţi anterior; logaritmii trebuie întotdeauna să fie calculaţi şi recalculaţi, comparaţi şi suspectaţi. Nu-i de mirare că, lucrând la manuscrisul lor la Cambridge, lui Babbage şi Herschel munca li s-a părut plicticoasă. “Mă rog lui Dumnezeu ca aceste calcule să fi fost efectuate cu aburi”, a strigat Babbage, iar Herschel i-ar fi răspuns scurt: “E foarte posibil”.

Aburul era cel care punea în mişcare toate motoarele, cel care capacita industria. Cel puţin în acele câteva decenii, cuvântul echivala cu putere şi forţă, cu tot ceea ce era viguros şi modem. înainte, apa sau vântul puseseră în mişcare morile, dar cea mai mare parte din munca omenirii depindea de forţa musculară a oamenilor, cailor şi vitelor. Insă aburul fierbinte,

* “*Transactions*”: Gleick face aluzie la titlul primului buletin ştiinţific din lume, publicat de către Henry Oldenburg începând din 1665, în calitate de prim secretar al Societăţii Regale - *Philosophical Transactions*, denumire a cărei traducere potrivită în limba română ni se pare a fi “Chestiuni filosofice”, (eventual “Schimburi filosofice”), neavând nimic de a face cu sensul comercial al termenului “tranzacţie” (n.t.).

generat prin arderea cărbunelui şi controlat de inventatori ingenioşi, era portabil şi versatil. El a înlocuit muşchii pretutindeni. A devenit un cuvânt la ordinea zilei: oamenii care plecau la drum pe atunci erau chemaţi să “bage cărbuni”, “să dea drumul la aburi” ori “să sufle aburii mai tare”. Benjamin Disraeli preamărea “aburul vostru moral care poate să modeleze lumea”. Aburul a devenit cel mai puternic transmiţător de energie cunoscut de omenire.

Era totuşi bizar că Babbage s-a gândit să exercite această forţă potentă într-un domeniu lipsit de greutate - aplicând forţa aburului în gândire şi aritmetică. Numerele erau boabele de măcinat în moara lui. Roţile s-ar învârti, pinioanele s-ar răsuci şi munca minţii ar fi făcută.

Trebuia să fie făcută automat, a spus Babbage. Ce însemna să numeşti o maşină “automată”? Pentru el nu era doar o chestiune de semantică, ci un principiu de apreciere a utilităţii unei maşini. Dispozitivele de calcul, aşa cum erau pe atunci, puteau fi împărţite în două clase: primele având nevoie de intervenţie umană, celelalte acţionând realmente de la sine. Pentru a decide dacă o maşină intra în clasa automatelor, el trebuia să răspundă la o întrebare ce ar fi fost mai simplă dacă termenii *input* şi *output* ar fi fost inventaţi: “Dacă, atunci când numerele cu care trebuie să opereze sunt introduse în instrument, acesta este capabil să ajungă la rezultat prin simpla mişcare a unui resort, a unei greutăţi în cădere sau prin orice altă forţă constantă”. Acesta era un standard foarte avansat. El elimina ipotetic toate dispozitivele folosite sau concepute vreodată drept

instrumente pentru matematică - şi fuseseră o mulţime, de la începutul istoriei înregistrate. Pietricele în saci, sfori înnodate şi beţe lungi de lemn sau os serveau drept ajutoare ale memoriei pe termen scurt. Abace şi rigle glisante aplicau un hardware mai complex calculului abstract. Apoi, în secolul al XVH-lea, câţiva matematicieni au conceput primele dispozitive de calcul ce meritau numele de *maşină*, pentru adunări şi - deşi prin repetarea adunării - pentru înmulţiri. Blaise Pascal a realizat o maşină de adunat în 1642 cu un şir de discuri rotitoare, câte unul pentru fiecare cifră zecimală. Peste trei decenii, Leibniz a perfecţionat maşina lui Pascal, utilizând un tambur cilindric cu dinţi în relief pentru a efectua "transportarea" de la o cifră la alta.[32] Oricum, în esenţă, prototipurile lui Pascal şi Leibniz rămâneau mai aproape de abac - un înregistrator pasiv al stărilor de memorie - decât de o maşină cinetică. După cum considera Babbage, ele nu erau automate.

Nu i-ar fi trecut prin minte să folosească un dispozitiv pentru calcul dintr-o singură operaţie. Maşinile excelează în repetiţie - "muncă insuportabilă şi monotonie istovitoare"38. Cererea de calcul, a prevăzut el, ar urma să crească pe măsură ce utilizarea lui în comerţ, industrie şi ştiinţă se va unifica. "Mă voi încumeta să prezic că va veni o vreme când acumularea de muncă, ce se iveşte din aplicarea aritmetică a formulelor matematice, acţionând ca o constantă forţă de frânare, va stânjeni până la urmă progresul util al ştiinţei, dacă nu se va pune la punct această metodă sau oricare alta echivalentă de eliberare a sa de copleşitoarea povară a detaliului numeric."39

32 Leibniz avea visuri măreţe să mecanizeze algebra și chiar să o facă să gândească. „Putem aduce o ultimă laudă mașinii", a scris el. „Va fi dorită de toți aceia care efectuează calcule ... managerii afacerilor financiare, administratorii proprietăților altora, comercianți, supraveghetori, geografi, navigatori, astronomi... .Căci nu este demn pentru niște bărbați excelenți să piardă ore ca niște sclavi cu munca de calcul." (n.a.).37

într-o lume săracă în informaţii, în care orice tabel numeric era o raritate, au trecut secole până când oamenii au început să adune sistematic diferite tabele tipărite, pentru a le confrunta unele cu altele. Atunci când au făcut-o, au descoperit carenţe neaşteptate. De exemplu, *Algoritmii* lui Taylor, volumul standard tipărit *in quarto* la Londra în 1792, conţinea (până la urmă s-a aflat) nouăsprezece erori de una sau de două cifre. Acestea au fost specificate în *Almanahul nautic* deoarece, după cum Amiralitatea ştia bine, fiecare eroare însemna un posibil naufragiu.

Din nefericire, una dintre cele nouăsprezece corecţii s-a dovedit eronată, aşa că, în anul următor, *Almanahul nautic* a tipărit o "erată la erată". Acest fapt a produs, în schimb, o altă eroare. "Confuzia este şi mai derutantă", declara *The Edinburgh Review.40* Următorul almanah ar fi trebuit să scoată o "erată la erata la erata *Logaritmilor* lui Taylor".

Anumite greşeli aveau propriile lor istorii private. Atunci când Irlanda a stabilit Ordonanţa de Hotărnicire, ca să cartografieze întreaga ţară la o scară mai fină decât în oricare altă ţară de până atunci, prima comandă a afacerii a fost să se asigure că topometrii - echipe de genişti şi mineri - dispuneau de 250 de seturi de tabele logaritmice, relativ portabile şi exacte până la şapte zecimale. Biroul de cartografiere a comparat treisprezece tabele publicate la Londra în ultimii două sute de ani, precum şi tabele de la Paris, Avignon, Berlin, Leipzig, Gouda, Florenţa şi din China. Şase erori au fost descoperite în aproape fiecare volum - şi erau *aceleaşi* şase erori. Concluzia era inevitabilă: aceste tabele fuseseră copiate, unul după celălalt, cel puţin parţial.41

Erorile apăreau din cauza unor greşeli de transportare.[33] Erori apăreau şi din inversarea cifrelor, câteodată făcută de către calculatori, alteori de către tipografi. Tipografii erau predispuşi să transpună cifrele în rânduri succesive de linotip. Ce lucru misterior şi supus greşelii părea să fie mintea omenească! Toate aceste erori, cugeta un comentator, “ar îngădui un curios subiect de speculaţie metafizică cu privire la operaţiile facultăţii memoriei”. Calculatorii umani nu aveau niciun viitor, a văzut el: “Numai *prin fabricarea mecanică de tabele* astfel de erori pot fi făcute imposibile”.42

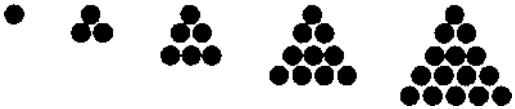
Babbage s-a apucat să expună principii mecanice în cadrul numerelor. A văzut că o parte din structură putea fi dezvăluită calculând diferenţe între o secvenţă şi alta. “Calculul diferenţelor finite” fusese explorat de către matematicieni (îndeosebi cei francezi) timp de o sută de ani. Forţa sa consta în a reduce calculele de nivel superior la simpla adunare, gata să fie rutinizată. Pentru Babbage, metoda era atât de crucială, încât şi-a numit maşina pornind de la prima sa concepţie drept Maşina Diferenţială.

Prin exemple (căci el a simţit nevoia să publice şi să explice viziunea sa de multe ori pe măsură ce treceau anii), Babbage a oferit Tabelul de numere triangulare. La fel ca multe dintre şirurile de interes, acesta era o scară, pornind de la sol şi înălţându-se mereu mai sus:

1, 3, 6, 10, 15, 21

El şi-a ilustrat ideea imaginând un copil care aşază grupuri de jetoane pe nisip:

33 în original, mistakes in carrying-, în sens aritmetic, carrying - „transportarea" sau „mutarea" - este operația prin care, atunci când suma cifrelor de pe o coloană depășește cifra 9 (de exemplu, 14), în adunare se scrie sub coloana respectivă ultima cifră (4), iar cele zece unități „se transportă" ca o unitate pe coloana din stânga, având un ordin de mărime superior în sistemul zecimal (n.t.).



Presupuneţi că ţâncul vrea să ştie “câte jetoane ar putea să conţină al treizecilea sau oricare alt grup îndepărtat”. (Era un copil pe placul inimii lui Babbage.) “Poate că s-ar putea duce la tăticul lui ca să obţină această informaţie; dar mi-e tare teamă că tăticuţul l-ar dojeni şi i-ar spune că este absurd - că este inutil - că nimeni nu ştie acel număr şi aşa mai departe.” E de înţeles că tatăl nu ştie nimic despre Tabelul numerelor trianguläre, publicat la Haga de către E. de Joncourt, profesor de filosofie. “Dacă tăticul nu e în stare să-i răspundă, să meargă atunci la mămicuţa, care nu va da greş în a găsi mijloace de a-i satisface curiozitatea drăgălaşului său.”43 între timp, Babbage răspunde la întrebare cu ajutorul unui tabel de diferenţe. Prima coloană conţine numărul secvenţei în discuţie. Următoarele coloane sunt derivate prin scăderi repetate, până când se ajunge la o constantă - o coloană alcătuită integral dintr-un singur număr.

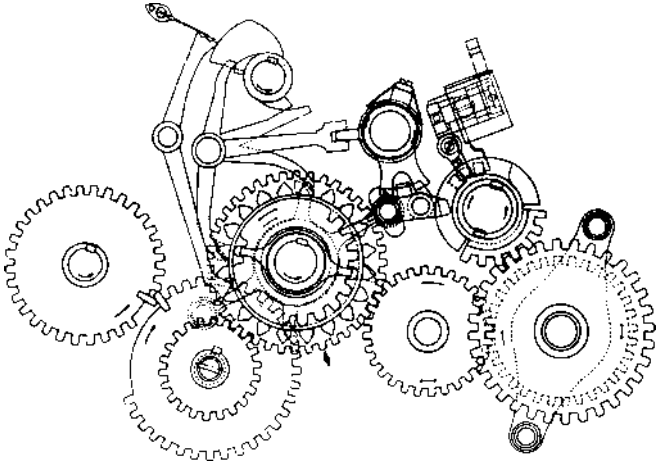
Numărul grupului	*Numărul de jetoane din fiecare grup*	*Prima diferenţă Diferenţa dintre fiecare grup şi următorul*	*A doua diferenţă*
1	1	1	1
2	3	2	1
3	6	3	1
4	10	4	1
5	15	5	1
6	21	6	1
7	28	7	1

Orice funcţie polinomială poate fi redusă prin metoda diferenţelor şi toate funcţiile bine formate, inclusiv logaritmii,

pot fi aproximate efectiv. Ecuaţiile de grad superior solicită diferenţe de ordin superior. Babbage oferă un alt exemplu geometrie concret care necesită un tabel cu o a treia diferenţă: grămezi de ghiulele de tun de forma unei piramide triunghiulare - numerele triangulăre transpuse în trei dimensiuni.

Număr	*Tabel*	*Prima diferenţă*	*A doua diferenţă*	*A treia diferenţă*
1	1	3	3	1
2	4	6	4	1
3	10	10	5	1
4	20	15	6	1
5	35	21	7	1
6	56	28	8	1

Maşina diferenţială ar rula acest proces invers: în loc de scăderi repetate pentru aflarea diferenţelor, ar genera secvenţe de numere printr-o cascadă de adunări. Pentru a realiza acest lucru, Babbage a conceput un sistem de roţi numerotate, cu cifre de la O la 9, aşezate de-a lungul unui ax să reprezinte cifrele zecimale ale unui număr: unităţi, zeci, sute şi aşa mai departe. Roţile dinţate de-a lungul fiecărui ax s-ar îmbina cu rotile următorului, ca să adune cifrele succesive. Pe măsură ce maşina transmitea mişcarea, din roată în roată, ea ar fi transmis informaţie, în mici adaosuri, numerele însumându-se pe axe. O complicaţie mecanică apărea, fireşte, atunci când orice sumă depăşea 9. Atunci, o unitate trebuia să fie transportată pe următorul loc zecimal. Ca să rezolve această problemă, Babbage a plasat un dinte mai proeminent pe fiecare roată, între 9 şi O. Dintele urma să împingă o pârghie care, la rândul său, avea să transmită mişcarea sa roţii alăturate de mai sus.



Maşinăria lui Babbage

In acest punct din istoria maşinilor de calcul, apare o nouă temă: obsesia timpului. Babbage s-a gândit că maşina lui trebuia să calculeze mai rapid decât mintea omenească şi cât de rapid posibil. A avut o idee de procesare paralelă: roţile numerotate dispuse în ordine pe un ax ar putea să adune un rând de cifre dintr-odată. “Dacă s-ar putea realiza acest lucru”, nota el, “ar face adunările şi scăderile cu numere având zece, douăzeci, cincizeci sau orice număr de cifre, la fel de rapid ca şi acele operaţii cu numere de o singură cifră.”44 Vedea însă o problemă. Cifrele unei singure adunări nu puteau fi administrate cu totală independenţă din cauza transportării. Cifrele transportate puteau să se reverse în cascadă printr-un întreg set de roţi. Dacă cifrele transportate erau cunoscute dinainte, atunci adunările se puteau efectua în paralel. însă acea cunoaş-tere nu a ajuns să fie disponibilă la timpul potrivit. “Din nefericire”, a scris el, “există o mulţime de cazuri în care transportările ce trebuie efectuate sunt cunoscute numai în perioade de timp succesive”. El a socotit timpul, presupunând o secundă pentru fiecare operaţie: să aduni două numere de cincizeci de cifre putea să dureze în sine doar nouă secunde, însă transportarea, în cel mai rău caz, ar putea să solicite cincizeci de secunde în plus. O veste

rea, într-adevăr. “Au fost proiectate o mulţime de invenţii şi s-au făcut desene aproape la nesfârşit, cu scopul de a economisi timp”, a scris Babbage cu tristeţe. In 1820 pusese la punct un proiect. Şi-a procurat propriul său strung, pe care l-a folosit el însuşi, alături de muncitori angajaţi, şi, în 1822, a reuşit să prezinte Societăţii Regale un mic model de lucru, sclipitor şi futurist.

Locuia la Londra, lângă Regent's Park, ca un soi de gentleman filosof, publicând lucrări de matematică şi, ocazional, ţinând conferinţe publice pe teme de astronomie. S-a căsătorit cu o tânără bogată din Shropshire, Georgiana Whitmore, cea mai mică dintre opt surori. Pe lângă banii ei, era susţinut financiar de o alocaţie de 300 de lire din partea tatălui său - pe care nu-l putea suferi, deoarece îl considera un bătrân tiranic, meschin şi, mai presus de toate, îngust la minte. “Abia dacă ar fi prea mult spus că nu *crede* nimic din ceea ce *aude* şi numai jumătate din ceea ce vede”, îi scria Babbage prietenului său Herschel.45 Când a murit tatăl său, în 1827, Babbage a moştenit o avere de 100 000 de lire. In scurt timp, a devenit actuar pentru o nouă societate de asigurări, Protector Life Assurance Company, şi a calculat tabele statistice, raţionalizând speranţele de viaţă. A încercat să obţină o catedră universitară, până atunci fără succes, dar avea o viaţă socială din ce în ce mai animată, iar în cercurile savante, oamenii începeau să-i ştie numele. Cu ajutorul lui Herschel a fost ales membru al Societăţii Regale.

Chiar şi nereuşitele sale i-au sporit reputaţia. în numele publicaţiei *The Edinburgh Journal of Science*, Sir David Brewster i-a trimis un text clasic în analele scrisorilor de refuz: “Nu fără un considerabil grad de şovăială, resping oferta oricărei lucrări venite din partea dumneavoastră. Cred, totuşi, că după ce veţi reanaliza subiectul, veţi fi de părere că nu am nicio altă alternativă. Subiectele pe care le propuneţi pentru o serie de eseuri matematice şi metafizice sunt atât de profunde, încât probabil nu există nici măcar

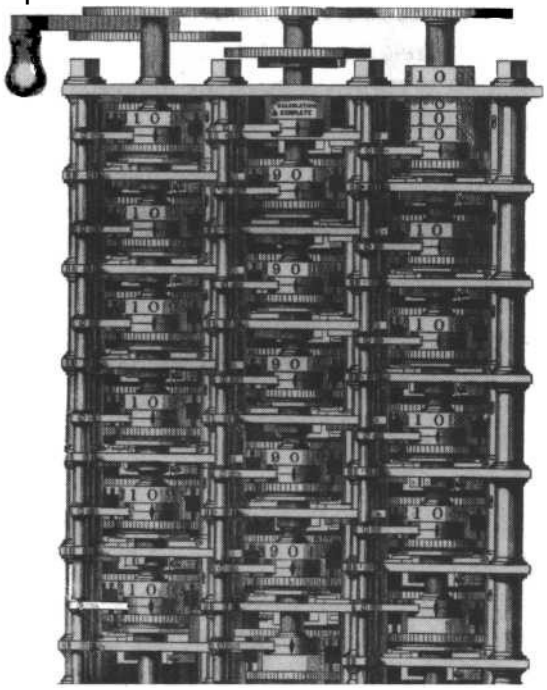
un singur abonat al Jurnalului nostru care să le poată înţelege/'46 în numele invenţiei sale născânde, Babbage a început o campanie de demonstraţii şi scrisori. In 1823, Trezoreria şi Ministerul de Finanţe au început să manifeste un interes sporit. El le-a promis “tabele logaritmice ieftine ca braga”[34] - cum puteau să reziste?47 Logaritmii salvau nave. Lorzii Trezoreriei au aprobat o primă alocaţie de 1 500 de lire.

In conceptul său abstract, Maşina Diferenţială a dat naştere unei frământări generale, care nu avea nevoie să aştepte ceva atât de mundan precum construcţia efectivă a maşinii. Ideea cădea pe un sol fertil. Dionysius Lardner, un cunoscut conferenţiar pe subiecte tehnice, i-a dedicat lui Babbage o serie de discuţii publice, salutând “propunerea lui de a reduce aritmetica la domeniul mecanismelor - de a înlocui zeţarul printr-un automat - de a răspândi puterile gândirii într-o maşinărie” Maşina “trebuie, odată isprăvită”, a spus el, “să producă efecte importante, nu numai în progresul ştiinţei, ci şi în cel al civilizaţiei”.48 Ar fi maşina *raţională*. Ar fi punctul de intersecţie a două drumuri - mecanismul şi gândirea. Uneori, admiratorii săi au avut dificultăţi în a-şi explica această intersectare: “Problema este pusă instrumentului”, a spus Henry Colebrook Societăţii Astronomice, “sau instrumentul este pus proble-mei/' In orice caz, spunea el, “prin simpla punere în mişcare, soluţia este prelucrată”.49

însă maşina făcea progrese mai lente pe tărâmul prelucrării în alamă şi fier. Babbage a golit grajdurile din spatele casei sale din Londra şi le-a înlocuit cu o forjă, o turnătorie şi un atelier protejat de incendiu. L-a angajat pe Joseph Clement, un proiectant şi inventator, autodidact, fiul unui ţesător de la ţară, care ajunsese prin forţe proprii inginerul mecanic cel mai proeminent din Anglia. Babbage şi Clement şi-au dat seama că ar trebui să-şi construiască unelte noi. In interiorul unui imens cadru de fier, proiectul

34 în original, cheap as potatoes - „ieftine precum cartofii" (n.t.).

solicita dispunerea celor mai complicate şi precise componente - axe, roţi dinţate, arcuri şi pinioane şi, mai presus de toate, sute şi apoi mii de roţi pe care erau ştanţate cifre. Uneltele manuale nu ar fi putut să producă acele componente cu precizia necesară. înainte ca Babbage să fi putut avea o fabrică de tabele numerice, el ar fi avut nevoie să construiască noi fabrici de componente. La rândul său, restul Revoluţiei Industriale avea nevoie de o standardizare a componentelor sale: şuruburi interşanjabile, cu filet universal; şuruburi ca unităţi fundamentale. Strungurile lui Clement şi ale muncitorilor săi au început să le producă.



Silogravură (1853) a unei mici părţi din Maşina Diferenţială

Odată cu dificultăţile, creşteau şi ambiţiile lui Babbage. După zece ani, maşina avea o înălţime de douăzeci şi patru de inchi, cu şase axe verticale şi cu zeci de roţi, capabile să calculeze rezultate din şase cifre. După încă zece ani, mărimea - pe hârtie - atinsese 49 de metri, 15 tone şi 25

000 de componente, iar hârtia s-a lărgit şi ea, schiţele acoperind peste 121 de metri pătraţi. Nivelul de complexitate era năucitor. Babbage a rezolvat problema adunării mai multor cifre deodată, separând "mişcările de adunare" şi "mişcările de transportare" şi apoi eşalonând sincronizarea transportărilor. Adunarea urma să înceapă cu o avalanşă de ţăcănit al roţilor dinţate, întâi coloanele de cifre ale numerelor impare, apoi coloanele pentru pare. Pe urmă, cifrele transportate urmau să fie retrase de-a lungul rândurilor. Pentru a menţine sincronizarea mişcării, părţi ale maşinii aveau nevoie "să ştie" în momente critice că era de aşteptat o transportare. Informaţia era furnizată de starea unui zăvor cu resort. Pentru prima, dar nu şi ultima oară, un dispozitiv era înzestrat cu memorie. "Este, de fapt, un memorandum primit de maşină", a scris editorul său, Dionysius Lardner. Babbage însuşi era conştient de antropomorfizare, dar nu-i putea rezista. "Mijloacele mecanice pe care le utilizez pentru a efectua aceste transportări", sugera el, "prezintă o uşoară analogie cu operaţiile specifice facultăţii memoriei".

în limbajul cotidian, a descrie chiar şi acest proces elementar de adunare solicita o luxurianţă lingvistică, numind părţile metalice, explicând interacţiunile lor şi separând interdependenţele care se multiplicau spre a forma un lung lanţ de cauzalitate. Propria explicaţie a lui Lardner a "transportării", de exemplu, era epopeică. Un singur moment izolat al acţiunii implica un cadran, un deget arătător, un deget mare, un ax, un trăgaci, o crestătură, un cârlig, o gheară, un arc, un dinte şi o roată dinţată cu clichet:

Acum, în momentul în care diviziunea dintre 9 şi O de pe cadranul B2 trece pe sub arătător, un deget mare plasat pe axul acestui cadran atinge un trăgaci care iese din crestătura cârligului care susţine gheara la care tocmai ne-am referit şi îi permite să recadă prin reculul arcului şi pică pe următorul dinte al roţii dinţate cu clichet.50

Peste câteva sute de cuvinte, rezumând, Lardner a recurs la o metaforă sugerând mecanica fluidelor:

Există două sisteme de valuri de acţiune mecanică urcând continuu de jos în sus; şi două fluxuri de acţiune similară trecând constant de la dreapta spre stânga. Coamele primului sistem de valuri de adunări curge peste ultima diferenţă şi peste orice continuare succesivă în sens ascendent..Primul curent de acţiuni transportatoare trece de la dreapta spre stânga de-a lungul rândului cel mai de sus şi al fiecărui rând următor.

Acesta era un mod de abstragere din particular - elementele particulare fiind atât de complicate. Apoi el s-a predat. “Minunăţiile ei sunt, oricum, şi mai grandioase în detalii”, a scris el. “Ne cuprinde disperarea încercând să le acordăm ceea ce li se cuvine.”

Nici planurile desenatorilor obişnuiţi nu erau suficiente pentru a descrie această maşină care era mai mult decât o maşină. Era un sistem dinamic, fiecare dintre multele sale părţi fiind capabilă de mai multe moduri şi stări, câteodată statice, alteori în mişcare, propagându-şi influenţa de-a lungul unor canale complicate. Putea fi el specificat vreodată complet, pe hârtie? Pentru scopurile sale, Babbage a elaborat un nou instrument formal, un sistem de “notaţie mecanică” (termenul ii aparţine). Acesta era un limbaj de semne menit să reprezinte nu numai forma fizică a unei maşini, ci şi proprietăţile sale mai greu sesizabile: sincronizarea şi logica. Era o ambiţie extraordinară, după cum considera însuşi Babbage. In 1826, a comunicat cu mândrie Societăţii Regale “Despre o metodă de exprimare prin semne a acţiunii mecanismelor”.51 Parţial, era un exerciţiu de clasificare. El analiza diferitele moduri în care ceva - mişcare sau forţă - putea fi “comunicat” printr-un sistem. Erau multe posibilităţi. O componentă putea să primească influenţă prin simpla ataşare de o altă componentă, “ca un dinte al unei roţi sau ca o roată şi un pinion de pe aceeaşi axă”.

Sau transmisia se putea face “prin frecare puternică”. O componentă ar putea fi acţionată constant de către o altă componentă “aşa cum se întâmplă atunci când o roată este acţionată de un pinion” - sau *nu* în mod constant, “aşa cum este cazul atunci când un ştift ridică un bulon odată în cursul unei rotaţii complete”. Aici intră în schemă o viziune asupra ramificaţiei logice: calea de comunicare ar varia în funcţie de stările alternative ale unei părţi a maşinii. Notaţia mecanică a lui Babbage decurgea firesc din tratarea lui a notaţiei simbolice din analiza matematică. Ca şi matematica, mecanismele aveau nevoie de rigoare şi claritate pentru a progresa. “Formele limbajului cotidian erau mult prea neclare”, scria el. “Aceste semne, dacă au fost alese în mod adecvat şi dacă ar fi general adoptate, ar forma un fel de limbaj universal.” Limbajul nu a fost niciodată o problemă marginală pentru Babbage.

In cele din urmă, a câştigat un post universitar la Cambridge: prestigiosul titlu de Profesor Lucasian’ de matematică, anterior ocupat de către Newton. Ca şi pe vremea lui Newton, munca nu era prea solicitantă. Babbage nu trebuia să predea studenţilor, să ţină prelegeri şi nici măcar să locuiască la Cambridge, şi asta era foarte bine, deoarece devenea o figură populară în viaţa socială a Londrei. Acasă, pe Dorset Street nr. 1, găzduia cu regularitate, sâmbăta, o serată care atrăgea o mulţime scânteietoare - politicieni, artişti, duci şi ducese, precum şi cei mai mari savanţi englezi ai vremii: Charles Darwin, Michael

* Ocupantul Catedrei Lucasiene de Matematică, de regulă numit *Lucasian Professor*, este deţinătorul titlului de profesor de matematică la Universitatea Cambridge. Se consideră a fi unul dintre cele mai prestigioase titluri academice din lume. Postul a fost fondat în 1663 de către Henry Lucas, membru al Parlamentului din partea Universităţii Cambridge în perioada 1639-1640, şi a fost

oficial consacrat de către regele Charles al II-lea pe 18 ianuarie 1664 (n.t.).

Faraday şi Charles Lyell, printre alţii.' Se minunau de maşina lui de calcul şi, expus în apropiere, de automatul dansant din tinereţea lui. (Pe invitaţii ar fi scris: "Sper că intenţionați să o susţineți pe «Silver Lady». Urmează să apară în veşminte şi cu podoabe noi".) Era un raconteur" matematic - nu era o contradicţie, în acel timp şi în acel loc. Lyell relata aprobator că "el glumeşte şi gândeşte în matematica superioară". A publicat un des citat tratat ce aplica teoria probabilităţilor în problema teologică a miracolelor. Ironic, i-a scris lui Alfred, Lord Tennyson, ca să-i sugereze o corectură a unui cuplet al poetului: "în fiece minut moare un om / în fiece minut unul se naşte".

Cu greu aş crede că e nevoie să vă atrag atenţia că acest calcul ar tinde să păstreze suma totală a populaţiei lumii într-o stare de echilibru perpetuu, în vreme ce este un fapt bine cunoscut că respectiva sumă totală creşte constant. Prin urmare, mi-aş lua libertatea de a sugera ca, în următoarea ediţie a excelentului dumneavoastră poem, calculul eronat la care mă refer să fie corectat după cum urmează: "în fiece moment moare un om / Şi unul şi o şaisprezecime se naşte" Pot să adaug că cifra exactă este 1,167, dar unele concesii trebuie, fireşte, să fie făcute legilor metricii poetice.52

Fascinat de propria celebritate, a ţinut un jurnal cu extrase din presă - "pro şi contra pe coloane paralele, din care scotea

* Un alt invitat, Charles Dickens, a pus ceva din Babbage în personajul Daniel Doyce din *Little Dorrit*. Doyce este un inventator înşelat de către guvernul pe care încearcă să îl servească. "El este bine cunoscut drept un bărbat foarte ingenios....Pune la punct o invenţie (ce implică un foarte curios proces secret) de mare importanţă pentru ţara şi pentru semenii lui. Nu voi spune câţi bani l-a costat sau câţi ani din viaţă îi dăruise, dar a dus-o la perfecţiune." Dickens

a mai adăugat: “O încredere de sine potolită şi discretă era sesizabilă în Daniel Doyce - o cunoaştere calmă a faptului că ceea ce era adevărat trebuie să rămână adevărat” (n.a.).

** în original, Ib. franceză: *raconteur* - persoană cu darul de spune poveşti şi anecdote captivante (n.t.).

un fel de balanţă a conturilor”, după cum îl descria un vizitator. “Mi s-a spus în repetate rânduri că îşi petrecea toată ziua jubilând sau bodogănind aflând ce spune lumea despre el.”53

Insă progresele maşinii, sursa principală a faimei sale, erau şovăielnice. în 1832, el şi inginerul său, Clement, au făcut o demonstraţie practică. Babbage a prezentat-o la petrecerile sale invitaţilor, cărora li s-a părut miraculoasă sau numai complicată. Maşina Diferenţială reprezintă - căci o replică funcţionează astăzi la Muzeul Ştiinţei din Londra - o piatră de hotar a ceea ce se poate realiza în materie de precizie inginerească. Prin compoziţia aliajelor, exactitatea dimensiunilor, interşanjabilitatea componentelor sale, nimic nu depăşea acest segment al unei maşini neterminate. Şi totuşi, era o curiozitate. Şi era limita până la care putea să ajungă Babbage.

Au izbucnit dispute între el şi inginerul său. Clement cerea tot mai multi bani de la Babbage şi de la Trezorerie, care a început să-l suspecteze de fraudă. El a sustras componente şi schiţe şi a încercat să deţină controlul asupra uneltelor specializate din atelierele lor. După mai mult de un deceniu şi 17 000 de lire, guvernul începea să-şi piardă încrederea în Babbage, iar el, încrederea în guvern. In negocierile sale cu lorzii şi cu miniştrii, Babbage putea fi imperios. îşi forma o viziune sumbră despre atitudinea englezului faţă de inovaţia tehnologică: “Dacă îi vorbeşti despre o maşină de curăţat cartofi, va declara că este imposibilă; dacă îi cureţi un cartof în faţa ochilor, o va declara inutilă, deoarece nu va tăia felii de ananas”.54 Nu-i mai vedeau rostul.

“Ce să facem ca să scăpăm de domnul Babbage şi de maşina lui de calcul?” i-a scris prim-ministrul Robert Peel

unuia dintre consilierii săi, în august 1842. “Cu siguranţă, odată terminată, va fi inutilă din punct de vedere ştiinţific... .Va fi, în opinia mea, o foarte scumpă jucărie.” Nu i-a fost greu să găsească voci ostile faţă de Babbage în serviciul civil. Poate că cel mai critic era George Biddell Airy, astronomul regal, o figură scrobită şi meticuloasă, care i-a spus fără echivoc lui Peel ceea ce acesta dorea să audă: că maşina era inutilă. A adăugat această remarcă personală: “Probabil că el trăieşte într-un fel de vis în ceea ce priveşte utilitatea ei”.55 Guvernul

Charles Babbage (1860)

lui Peel a pus capăt proiectului. Cât despre visul lui Babbage, el a continuat. Luase deja o întorsătură diferită. Maşina din mintea lui avansase într-o nouă dimensiune. Şi o cunoscuse pe Ada Byron.

In Strand, la capătul de nord al pasajului comercial Lowther, vizitatorii se înghesuiau la Galeria Naţională de Ştiinţă Practică, “amestecând instrucţia cu amuzamentul”, o combinaţie de magazin de jucării şi expoziţie tehnologică, pusă la cale de către un întreprinzător american. Pentru un bilet de intrare de un şiling, vizitatorul putea să atingă “tiparul electric”, să audieze conferinţe despre ultimele noutăţi ştiinţifice şi să vadă un vapor cu aburi în miniatură

navigând pe un canal de 21 de metri, precum şi tunul cu abur Perkins, împroşcând o ploaie de gloanţe. Pentru o guinee, putea să pozeze pentru un portret “dagherotip” sau “fotografic”, cu care se putea obţine o asemănare fidelă şi plăcută în “mai puţin de o secundă”.56 Sau putea să vadă, aşa cum a făcut-o tânăra Augusta Ada Byron, un ţesător prezentând războiul de ţesut automat Jacquard, în care modelele de ţesut în haine erau codificate sub forma unor găuri perforate în cartele de carton.

Ada era “copilul iubirii”, scrisese tatăl ei, “deşi născută din amărăciune şi hrănită cu zvârcoliri”.57 Tatăl său era poet. Când abia avea o lună, în 1816, deja cunoscutul Lord Byron, de douăzeci şi şapte de ani, şi sclipitoarea, bogata şi cunoscătoarea de matematică Anne Isabella Milbanke (Annabella), de douăzeci şi trei de ani, s-au despărţit după un an de la căsătorie. Byron a părăsit Anglia şi nu şi-a mai văzut fiica niciodată. Mama ei a refuzat să-i spună cine era tatăl său până la vârsta de opt ani, iar el a murit în Grecia, ca o celebritate internaţională. Poetul o implorase să-i trimită veşti despre fiica lui: “Are fata imaginaţie? - la vârsta *ei* de acum mi se pare că eu aveam o mulţime de sentimente şi idei pe care lumea nu le-ar crede dacă le-aş rosti *acum*”.*58* Da, avea imaginaţie.

Era un copil minune, dotată pentru matematică, lăudată de profesori, talentată la desen şi muzică, fantastic de inventivă şi profund singuratică. Când avea doisprezece ani, s-a apucat să inventeze un aparat de zbor. “Voi începe aripile mele de hârtie mâine”, i-a scris mamei sale. Spera “să ducă arta zborului la o mare perfecţiune. Mă gândesc să scriu o carte de *Flyology* - Zborologie - ilustrată cu planşe în gravuri metalice.”59 O vreme şi-a semnat scrisorile “al dumneavoastră foarte iubitor Porumbel Zburător”. I-a cerut mamei sale să-i găsească o carte ilustrată despre anatomia păsărilor, deoarece avea oroare “să disece chiar şi o pasăre”. îşi analiza situaţia de fiecare zi cu atenţie faţă de logică.

Miss Stamp doreşte să spun că deocamdată nu e prea mulţumită de mine din cauza unei comportări foarte prosteşti de ieri în legătură cu un lucru simplu, şi despre care ea a spus că a fost nu numai prostesc, ci a dovedit lipsă de concentrare şi, cu toate că astăzi nu avusese motiv să fie nemulţumită de mine, în mare spune că nu poate să-şi şteargă amintirea celor petrecute.60

Creştea într-o izolare bine păzită, urmare a aranjamentelor mamei sale. A avut ani de slăbiciune, o criză severă de pojar şi episoade de ceea ce se numea neurastenie sau isterie. (“Când sunt slăbită”, a scris ea, “sunt întodeauna excesiv de înfricoşată, *din nimeni nu ştie ce motiv*, încât cu greu mă pot împiedica să am un aer şi o comportare agitată”.)61 O draperie verde încadra portretul tatălui său, care atârna într-o încăpere. Pe când era adolescentă, a manifestat un interes romantic faţă de tutorele ei, ceea ce a dus la plecări pe furiş de acasă şi ascunzişuri prin grădini şi la a face amor pe cât de intim cu putinţă fără, spunea ea, “contact” efectiv. Tutorele a fost concediat. Apoi, în primăvară, purtând satin alb şi tul, fecioara de şapte-sprezece ani a debutat la curte, unde i-a cunoscut pe rege şi pe regină, pe cei mai importanţi duci şi pe diplomatul francez Talleyrand, pe care l-a descris ca pe o “maimuţă bătrână”.62

După o lună, l-a cunoscut pe Charles Babbage. împreună cu mama ei, s-a dus să vadă ceea ce Lady Byron numea “maşina lui gânditoare”, fragmentul de Maşină Diferenţială din salonul lui. Babbage a văzut o tânără sclipitoare şi egocentrică, cu trăsături de porţelan şi un nume celebru, ce reuşea să dezvăluie că ştia mai multă matematică decât majoritatea bărbaţilor absolvenţi de universitate. Ea a văzut un bărbat impozant de patruzeci şi unu de ani, cu sprâncene autoritare dominând o faţă cu osatură puternică, înzestrat cu spirit şi farmec şi care nu înfăţişa aceste calităţi cu superficialitate. El părea un soi de vizionar - exact ceea

ce căuta ea. Şi ea a admirat maşina. Un privitor a relatat: “In vreme ce alţi vizitatori se holbau la func-

Augusta Ada Byron King, contesă de Lovelace, pictată în 1836 de către Margaret Carpenter.

“Trag concluzia că înclină să înfăţişeze întreaga lărgime a maxilarului meu proeminent, pe care cred că ar trebui scris cuvântul matematică.”

ţionarea acestui frumos instrument cu acel gen de expresie şi, îndrăznesc să adaug, cu acel gen de sentiment despre care se spune că le-au arătat nişte sălbatici atunci când au văzut pentru prima dată un ochean şi când au auzit o puşcă, Miss Byron, deşi atât de tânără, a înţeles cum funcţiona şi a văzut marea frumuseţe a invenţiei”.63 Sentimentul ei faţă de frumuseţea şi abstracţiile matematicii, hrănit doar cu ţârâita de succesiunea tutorilor săi, era copleşitor. Nu avea piaţă de desfacere. O femeie nu putea să frecventeze cursuri universitare în Anglia şi nici să intre într-o societate ştiinţifică (cu două excepţii: cele de botanică şi horticultură).

Ada a devenit tutorele tinerelor fete ale uneia dintre prietenele mamei sale. Când le scria, se semna “a voastră iubitoare şi insuportabilă Instructoare” L-a studiat singură pe Euclid. Forme înmugureau în mintea ei. “Nu consider că ştiu o propoziţie”, îi scria unui alt tutore, “până când nu-mi pot imagina o figură în aer şi pătrund construcţia şi demonstraţia fără nicio carte sau orice fel de ajutor”.64 Nu-l putea uita nici pe Babbage, nici “bijuteria lui de maşinărie”.65 Unei alte prietene i-a relatat “marea ei îngrijorare legată de maşină”. Privirea i se întorcea, nu rareori, spre înlăuntru. Îi plăcea să se gândească la ea gândind.

Babbage însuşi avansase mult dincolo de maşina expusă în salonul lui; plănuia o nouă maşină, încă o maşină de calcul, însă transpusă într-o altă specie. Pe aceasta a numit-o Maşina Analitică. Era motivat de conştiinţa tăcută a limitelor Maşinii Diferenţiale: aceasta nu putea, numai prin simpla adunare a diferenţelor, să calculeze orice fel de număr ori să rezolve orice problemă de matematică. Îl inspira, de asemenea, războiul de ţesut expus în Strand, inventat de către Joseph-Marie Jacquard, controlat prin instrucţiuni codificate şi depozitate sub formă de găuri perforate în cartele.

Ceea ce i-a stârnit imaginaţia lui Babbage nu era ţesutul, ci mai degrabă codificarea, dintr-un mediu în altul, de modele. Modelele puteau să apară în damasc, în cele din urmă, dar mai întâi erau “trimise unui artist special”. Acest specialist, după cum a spus el, perforează găuri într-un set de cartele de carton în aşa fel încât, atunci când aceste cartele sunt introduse într-un război de ţesut Jacquard, acesta va ţese în produsul său modelul exact proiectat de către artist.66

Ideea de abstragere a informaţiei din substratul său fizic solicita o examinare atentă. Babbage a explicat, de exemplu, că ţesătorul putea să aleagă diferite fire şi diferite culori - “dar, în toate aceste cazuri, *forma* modelului va fi cu

precizie aceeaşi". După cum Babbage concepea acum maşina lui, ea ridica însuşi procesul de abstractizare la niveluri din ce în ce mai înalte. în intenţia lui, angrenajele şi roţile aveau să opereze nu numai cu numere, ci şi cu variabile puse în locul numerelor. Variabilele ar fi fost înlocuite sau determinate de rezultatele unor calcule anterioare şi, mai departe, simplele operaţii - precum adunarea sau înmulţirea - urmau să poată fi schimbate, în funcţie de rezultatele lor anterioare. Şi-a imaginat aceste cantităţi de informaţii abstracte depozitate în cartele: cartele de variabile şi cartele de operaţii. Gândea maşina ca încorporând legi, iar cartelele comunicând aceste legi. Lipsindu-i un vocabular deja pus la punct, i-a fost greu să exprime conceptele sale de lucru fundamentale; de exemplu, cum maşina ar putea să efectueze actul de judecată cerut câteodată în timpul unei investigaţii analitice, atunci când se deschid două sau mai multe trasee diferite, mai ales cursul potrivit de urmat nu ar putea fi cunoscut în multe situaţii până când toată porţiunea precedentă nu a fost parcursă integral.67

A precizat clar însă că informaţia - reprezentări de numere şi procese - urma să curgă prin maşină. Ea ar trece spre şi de la anumite locaţii fizice speciale, pe care Babbage le-a numit *magazie*, pentru depozitare, şi *moară*, pentru acţiune.

In toate acestea, el avea acum un companion intelectual în Ada, mai întâi partenera şi apoi muza lui. Ea s-a măritat cu un aristocrat sensibil şi promiţător, William King, mai vârstnic decât ea cu un deceniu şi un favorit al mamei sale. După câţiva ani, el a fost înălţat în rândurile nobilimii drept conte de Lovelace - făcând-o pe Ada, prin urmare, contesă - şi ea, abia trecută de douăzeci de ani, a născut trei copii. Ea conducea casele lor, din Surrey şi din Londra, exersa la harpă câteva ore zilnic ("Sunt, în prezent, o sclavă a *harpei mele*, o stăpână deloc îngăduitoare"68), dansa la baluri, i-a fost prezentată noii regine, Victoria, şi a pozat pentru un

portret, conştientă de sine (“Trag concluzia că [artista] înclină să înfăţişeze întreaga lărgime a maxilarului meu proeminent, pe care cred că ar trebui scris cuvântul matematică”). A suferit stări de spirit teribil de sumbre şi atacuri de boală, inclusiv de holeră. Preocupările şi comportamentul ei erau încă scindate. Intr-o dimineaţă, s-a dus de una singură cu trăsura, îmbrăcată simplu, să vadă un model al “telegrafului electric” al lui Edward Davy, la Exeter Hall şi singura persoană care se mai găsea acolo era un gentleman de vârstă mijlocie, care a a ales să se poarte ca şi cum *eu* aş fi fost exponatul [i-a scris mamei sale], ceea ce, fireşte, am socotit extrem de obraznic şi de neiertat. - Sunt sigură că m-a luat drept o foarte tânără (şi presupun că destul de frumuşică) guvernantă...S-a oprit cât am stat eu şi apoi s-a luat după mine afară. - Am avut grijă să arăt pe cât de aristocrată şi *de contesă* pe cât mi-a fost cu putinţă....Trebuie să mă străduiesc să adaug puţină vârstă înfăţişării mele..M-aş duce să văd câte ceva în fiecare zi şi sunt sigură că Londra este inepuizabilă.69

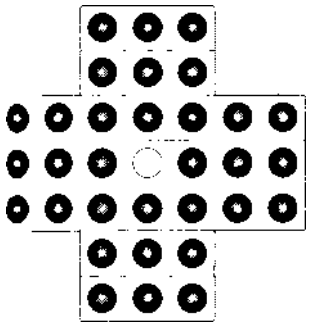
Lady Lovelace îşi adora soţul, dar îşi păstra o mare parte din viaţa ei intelectuală pentru Babbage. Visa cu ochii deschişi la ceva ce ea nu putea fi şi nu putea să realizeze, decât prin interpuşi, graţie geniului său. “Am un *fel* special de *a învăţa*”, i-a scris lui, “şi cred că e nevoie de un bărbat special ca să mă înveţe cu succes”.70 Disperarea crescândă păşea alături de o puternică încredere în capacităţile ei nepuse la încercare. “Sper că mă păstraţi în minte”, a scris ea peste câteva luni, “vreau să spun preocupările mele de matematică. Ştiţi că aceasta este cea mai mare favoare pe care cineva mi-o poate face. - Poate că niciunul dintre noi nu poate estima *cât* de mare....”

Ştiţi că sunt, -prin natura mea, un pic filosof şi că am un foarte mare apetit speculativ - astfel încât privesc dintr-o perspectivă cu totul nemăsurată şi, deşi nu văd nimic altceva decât o vagă şi ceţoasă incertitudineîn prim-planul fiinţei noastre, totuşi fantazez că zăresc o lumină

strălucitoare undeva foarte departe, şi acest lucru mă face să-mi pese mai puţin deînceţoşarea şi indistincţia din apropiere. - Sunt prea fantezistă pentru dumneavoastră? Cred că nu.71

Matematicianul şi logicianul Augustus De Morgan, prieten cu Babbage şi cu Lady Byron, a devenit profesorul prin corespondenţă al Adei. El îi trimitea exerciţii. Ea îi trimitea întrebări, cugetări şi îndoieli (“Mi-aş fi dorit să avansez mai repede”; “Regret să spun că mă obsedează teribil termenul de la care începe convergenţa”; “Am încheiat demonstraţia punctului *meu* de vedere asupra cazului”; “Ecuaţiile funcţionale sunt nişte năluci pentru mine”; “Oricum, încerc să-mi păstrez capul meu metafizic în ordine”). în pofida naivităţii sale, sau poate din cauza ei, el recunoştea “o forţă de gândire. atât de total diferită faţă de mintea obişnuită a oricărui începător, bărbat sau femeie”. Ea ajunsese rapid să stăpânească trigonometria şi calculul diferenţial şi integral, iar el i-a spus mamei ei între patru ochi că dacă ar fi întâlnit “o asemenea forţă” la un student de la Cambridge, ar fi anticipat “un cercetător original în matematică, poate o eminenţă de prim rang”.72 Nu-i era teamă să sape adânc până la primele principii. Acolo unde simţea dificultăţi, chiar erau lucruri dificile.

Intr-o iarnă, a căpătat o obsesie pentru un joc de puzzle la modă, cunoscut sub numele de Solitaire, un cub Rubik al acelor zile. Treizeci şi două de jetoane erau aranjate pe o tablă cu treizeci şi trei de găurele, iar regulile erau simple: orice jeton poate sări peste oricare alt jeton alăturat şi jetonul sărit este dat deoparte, până când nu mai sunt posibile alte sărituri. Obiectivul este acela de-a sfârşi cu doar un singur jeton pe tablă. “Oamenii pot să încerce de mii de



ori, fără a reuşi să-l facă”, i-a scris ea lui Babbage surescitată.

Eu *l-am făcut* prin încercări şi observaţie şi acum pot să-l fac oricând, dar aş vrea să ştiu dacă problema permite a fi pusă într-o formulă matematică şi rezolvată în acest mod..Trebuie să existe un principiu clar, o combinaţie, îmi închipui, de proprietăţi numerice şi geometrice, de care depinde soluţia şi care poate fi pusă în limbaj simbolic.73

O soluţie formală a jocului - însăşi ideea despre aşa ceva era originală. Dorinţa de a crea un limbaj de simboluri, în care soluţia să poată fi codificată - acest mod de gândire îi aparţinea lui Babbage, după cum ea bine ştia.

Işi cumpănea puterile crescânde ale minţii. Acestea nu erau strict matematice, după cum le vedea ea. Privea matematica drept parte a unei lumi imaginative mai cuprinzătoare. Transformările matematice îi aminteau “de nişte spiriduşi şi zâne din cărţile de poveşti, care acum îţi stau alături într-o anumită formă şi, în clipa următoare, într-o altă formă, cât se poate de diferită; şi cât de înşelătoare, de buclucaşe şi chinuitoare pot fi zânele şi spiriduşii matematici uneori; ca şi simbolurile pe care le-am găsit pentru ei în lumea ficţiunii”.74

Imaginaţie - calitatea de preţ. A meditat asupra ei; era moştenirea ei de la mereu absentul tată.

Vorbim *mult* despre imaginaţie. Vorbim despre imaginaţia poeţilor, imaginaţia artiştilor etc. înclin să cred că, în general, nu ştim foarte exact despre ce anume vorbim.

Este ceea ce pătrundeîn lumile nevăzute din jurul nostru, lumile ştiinţei. Este ceea ce simte şi descoperă ceea ce *este*, *realul* pe care nu-l vedem, care nu *există* pentru *simţurile* noastre. Cei care au învăţat să păşească pragul lumilor necunoscute.pot apoi, pe aripile imaculate ale imaginaţiei, să spere a se avânta mai departe în neexploratul în mijlocul căruia trăim.75

A început să creadă că avea de îndeplinit o misiune divină. A folosit acest cuvânt, *misiune*. "îmi trece prin minte impresia cât se poate de vie că cerul mi-a încredinţat un fel aparte de misiune *intelectual-morală* de îndeplinit/'76 Avea nişte puteri. S-a confesat mamei sale:

Cred despre mine că posed cea mai singulară combinaţie de calităţi, exact potrivite pentru a mă face *cu* precădere o descoperitoare a *realităţilor ascunse* a le naturii...Credinţa mi s-a *impus şi* extrem de încet a trebuit să o recunosc.

Si-a enumerat calităţile:

J *9*

întâi: datorită unei oarecari particularităţi a sistemului meu nervos, am *percepţii* ale unor lucruri pe care nu le mai are nimeni; sau, în orice caz, foarte puţini, dacă vor fi existând..S-ar putea spune o percepţie *intuitivă* a unor lucruri ascunse; - adică a lucrurilor ascunse ochilor, urechilor şi simţurilor obişnuite.

Al doilea: - imensele mele facultăţi de gândire;

Al treilea:.puterea nu numai de a-mi arunca întreaga mea energie şi existenţă în orice aş alege, dar şi de a fructifica orice subiect sau idee, un vast aparat alcătuit din tot felul de izvoare aparent irelevante şi străine. Pot să împrăştii *raze* din orice colţ al universului într-un vast focar.

Recunoştea că toate acestea aduceau a nebunie, dar insista că este logică şi rece. Acum ştia care îi va fi cursul vieţii, i-a spus mamei sale. "*Ce* munte am de urcat! E destul ca să sperie pe oricine ar fi lipsit de toată acea extremă energie insaţiabilă şi nepotolită, care din fragedă pruncie a fost năpasta vieţii tale şi a vieţii mele. Oricum, cred că şi-a

găsit hrana trebuincioasă, în sfârşit/'77 O găsise în Maşina Analitică.

Intre timp, neastâmpărat şi însetat de cunoaştere, Babbage îşi îndrepta energiile către o altă tehnologie ce înmugurea, expresia cea mai puternică a aburului, calea ferată. Nou-înfiinţata Great Western Railway monta şinele şi pregătea primele teste pe locomotive cu abur de la Bristol la Londra, sub supervizarea lui Isambard Kingdom Brunei, strălucitul inginer, pe atunci în vârstă de douăzeci şi şapte de ani. Brunei i-a cerut ajutorul lui Babbage şi acesta a decis să înceapă cu un program menit culegerii de informaţii - caracteristic de ingenios şi grandios. A echipat un întreg vagon de tren. Pe o masă special construită, independent suspendată, nişte role deşirau suluri de hârtie de 300 de metri lungime, în timp ce nişte peniţe trasau linii ca “să exprime” (după cum s-a exprimat Babbage) măsurători ale vibraţiilor şi ale forţelor resimţite de vagon din toate direcţiile. Un cronometru marca trecerea timpului în jumătăţi de secundă. In acest fel, a consumat două mile de hârtie.

Pe când mergea pe şine, şi-a dat seama de un pericol al locomoţiei cu aburi, ce provenea din viteza mult mai mare faţă de toate mijloacele anterioare de comunicaţie. Trenurile nu ştiau unele de altele. Până la impunerea celui mai regulat şi disciplinat orar, hazardul intervenea în orice moment. într-o duminică, deplasându-se cu locomotive diferite, Babbage şi Brunei abia au reuşit să evite o ciocnire. Şi alţii erau îngrijoraţi de această diferenţă de viteză între deplasare şi schimbul de mesaje. Un important bancher din Londra i-a spus lui Babbage că el nu era de acord: “Le va permite funcţionarilor noştri să ne prade şi apoi s-o-ntindă spre Liverpool şi mai departe în America, având o viteză medie de douăzeci de mile pe oră”.78 Babbage nu a putut decât să-şi exprime speranţa că ştiinţa ar putea să găsească totuşi un remediu al problemei pe care a creat-o.

(“Poate că vom trimite fulgere care să-i întreacă pe cei vinovaţi.”)

Cât despre propria sa maşină - aceea care n-ar fi urmat să călătorească nicăieri -, găsise o nouă metaforă frumoasă. Ea ar fi fost, spunea el, “o locomotivă care îşi aşterne propriile şine”

Deşi plin de amărăciune din pricina interesului scăzut al Angliei faţă de planurile lui vizionare, Babbage şi-a găsit admiratori pe continent, mai ales în Italia - “ţara lui Arhimede şi Galileo”, după cum le spunea noilor săi prieteni. In vara lui 1840, şi-a strâns teancurile de schiţe şi a făcut, prin Paris şi Lyon, unde a văzut marele război de ţesut Jacquard de la Manufactura de stofe pentru amenajări şi ornamente bisericeşti, o călătorie până la Torino, capitala Sardiniei, la o reuniune de matematicieni şi ingineri. Acolo a făcut prima (şi ultima) prezentare publică a Maşinii Analitice. “Descoperirea Maşinii Analitice este mult prea avansată pentru ţara mea şi mă tem că şi pentru această epocă”, a spus el.79 L-a cunoscut pe regele Sardiniei, Charles Albert, şi, mai semnificativ, pe un ambiţios tânăr matematician, pe nume Luigi Menabrea. Ulterior, Menabrea avea să devină general, diplomat şi prim-ministrul Italiei; atunci pregătea o comunicare ştiinţifică, “Noţiuni privind maşina analitică”, pentru a introduce planul lui Babbage în comunitatea mai largă a filosofilor europeni.80

De îndată ce acest text a ajuns la Ada Lovelace, ea a început să-l traducă în engleză, corectând erorile pe baza propriilor sale cunoştinţe. A făcut-o de capul ei, fără să le spună nici lui Menabrea, nici lui Babbage.

Când, în cele din urmă, i-a arătat lui Babbage în 1843 schiţa ei, el i-a răspuns entuziasmat, cerându-i să scrie în nume propriu, iar extraordinara lor colaborare a început cu adevărat. Işi trimiteau scrisori prin curier unul către celălalt într-un ritm furibund - “Dragă Babbage” şi “Dragă Lady Lovelace” - şi se întâlneau cât puteau de des în casa ei din St. James's Square. Ritmul era aproape frenetic. Deşi el era

eminenţa, având cincizeci şi unu de ani faţă de cei douăzeci şi şapte ai ei, ea a preluat conducerea, amestecând comanda fermă cu zeflemeaua: “Doresc să-mi răspundeţi la următoarea întrebare prin poştă”; “Fiţi destul de amabil să scrieţi despre aceasta într-un mod potrivit pentru mine”; “Aţi fost cam bramburit şi inexact”; “Mi-aş dori să fiţi la fel de precis şi demn de încredere pe cât sunt eu”. Ea a propus să-şi semneze lucrarea cu iniţialele sale - nimic atât de pronunţat precum numele ei - nu ca să “*proclame* cine a scris-o”, ci numai ca să “o *individualizeze* şi să o *identifice* cu alte producţii ale numitei A. A. L.”.81

Expunerea ei a luat forma unor note de la A la G, de trei ori mai cuprinzătoare decât eseul lui Menabrea. Ele ofereau o viziune asupra viitorului mai generală şi mai clarvăzătoare decât tot ceea ce fusese exprimat de către Babbage însuşi. Cât de generală? Maşina nu doar calcula; ea efectua *operaţii*, spunea Ada, definind operaţia drept “orice proces care modifică relaţia reciprocă dintre două sau mai multe lucruri”, şi declarând: “Aceasta este cea mai generală definiţie şi ar cuprinde toate subiectele din univers”. Ştiinţa operaţiilor, în concepţia ei, este o ştiinţă în sine şi posedă propriul său adevăr abstract şi propria valoare; aşa cum logica posedă propriul său adevăr specific şi propria valoare, independent de subiectele la care noi putem aplica raţionamentele şi procesele ei..Un motiv principal pentru care natura distinctă a ştiinţei operaţiilor a fost abia sesizată şi, în general, puţin dezvoltată, este semnificaţia *schimbătoare* a multora dintre simbolurile utilizate.82

Simboluri şi *semnificaţii*: în mod accentuat, ea nu vorbea numai despre matematică. Maşina “ar putea să acţioneze şi asupra altor lucruri în afară de *număr*”. Babbage înscrisese numere pe acele mii de discuri, însă travaliul lor putea să reprezinte simboluri într-un mod mai abstract. Maşina ar putea să proceseze orice relaţii cu sens. Ar putea să manipuleze limbajul. Ar putea să creeze muzică. “Presupunând, de exemplu, că relaţiile fundamentale dintre

notele din ştiinţa armoniei şi a compoziţiei muzicale ar fi susceptibile de o astfel de exprimare şi adaptare, maşina ar putea să compună minuţios şi ştiinţific piese muzicale de orice grad de complexitate sau lungime.”

Fusese o maşină de numere; acum a devenit o maşină de informaţii. A. A. L. sesiza acest lucru mai clar şi mai imaginativ decât însuşi Babbage. Ea explica creaţia lui prospectivă, conceptuală şi virtuală ca şi cum ar fi existat deja:

Maşina Analitică nu se află pe acelaşi teren cu simplele “maşini de calcul” Ea deţine o poziţie pe de-a-ntregul a sa..Se dezvoltă un nou, un vast şi un puternic limbaj.în care să fie mânuite adevărurile sale astfel încât acestea să poată dobândi o mai rapidă şi mai precisă aplicare practică pentru ţelurile omenirii decât făcuseră cu putinţă mijloacele aflate până acum în posesia noastră, în acest mod, nu numai mentalul şi materialul, ci şi teoreticul şi practicul din lumea matematicii sunt puse într-o conexiune mai strânsă şi mai eficientă unele cu celelalte.

.Putem spune cât se poate de corect că Maşina Analitică ţese modele algebrice exact aşa cum războiul de ţesut Jacquard ţese flori şi frunze.83

Pentru acest zbor al fanteziei ea şi-a asumat deplina responsabilitate. “Dacă inventatorul acestei maşini a avut în minte vreuna dintre aceste viziuni lucrând la invenţia sa, ori dacă el poate să o fi privit vreodată până în acest stadiu, nu ştim; dar este un gând care cu vigoare ne-a trecut nouă prin minte.”

Ea a trecut de la poetic la practic. A început o incursiune de virtuozitate printr-un program ipotetic prin care această ipotetică maşină ar putea să calculeze o celebră serie infinită, numerele lui Bernoulli. Aceste numere se nasc prin însumarea numerelor de la 1 la *n* ridicate la puteri întregi şi ele apar sub variate înfăţişări prin toată teoria numerelor. Nu sunt generate de nicio formulă directă, dar pot fi prelucrate metodic, prin extinderea anumitor formule din ce

în ce mai departe şi având în vedere coeficienţii de fiecare dată. Ea a început cu nişte exemple; cea mai simplă, a scris ea, ar fi extinderea formulei şi o altă abordare ar fi pe calea

$$\frac{x}{\epsilon^x - 1} = \frac{1}{1 + \frac{x}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot 3} + \frac{x^3}{2 \cdot 3 \cdot 4} + etc.}$$

$$B_{2n-1} = \frac{\pm 2^n}{(2^{2n}-1)2^{n-1}} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} n^{2n-1} \\ -(n-1)^{2n-1} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2n}{1} \right\} \\ +(n-2)^{2n-1} \left\{ 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2n \cdot (2n-1)}{1 \cdot 2} \right\} \\ -(n-3)^{2n-1} \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{2n}{1} + \frac{2n \cdot (2n-1)}{1 \cdot 2} + \\ + \frac{1}{2} \cdot \frac{2n \cdot (2n-1) \cdot (2n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \end{array} \right\} \\ + \end{array} \right\}$$

dar ea ar fi urmat o cale mai îndrăzneaţă, deoarece “obiectul nostru nu este simplitatea.., ci ilustrarea puterilor maşinii'7

Ea a elaborat un proces, un set de reguli, un şir de operaţii. Intr-un alt secol, acestea s-ar numi un algoritm, ulterior un program de computer, însă, atunci, conceptul solicita o explicaţie anevoioasă. Ideea cea mai spinoasă era că algoritmul său era recursiv. Se mişca într-o buclă. Rezultatul unei repetiţii alimenta următoarea operaţie. Babbage făcea aluzie la această abordare prin expresia “maşina care îşi înghite coada”.84 A. A. L. a explicat: “Putem sesiza cu uşurinţă că, de vreme ce fiecare funcţie succesivă este aranjată într-o secvenţă ce respectă aceeaşi lege, va fi un ciclu al unui ciclu al unui ciclu etc....Problema este atât de excesiv de complicată, încât probabil e de aşteptat ca puţini oameni să înţeleagă..şi totuşi este un argument important în ceea ce priveşte maşina şi sugerează idei specifice ei, peste care cu regret va trebui să trecem fără nici măcar o aluzie”.85

O idee centrală era entitatea pe care ea şi Babbage o numeau *variabilă*. In termeni de hardware, variabilele erau

coloanele de discuri cu numere ale maşinii. Dar existau şi "cartele variabile" In termeni de software, ele erau un fel de receptacul sau copertă, capabilă să reprezinte ori să depoziteze un mare număr de cifre zecimale. ("Ce se află într-un nume?" a scris Babbage. "E pur şi simplu un coş gol până când pui ceva în el.") Variabilele erau unităţile de informaţie ale maşinii. Era ceva cu totul deosebit de variabilele algebrice. După cum explica A. A. L., "la originea acestei denumiri stă faptul că valorile de pe coloane sunt menite să se schimbe, adică să varieze, în orice mod conceptibil" Numerele *călătoreau*, de fapt, de la cartelele variabile spre variabile, de la variabile spre moară (pentru operaţii), de la moară spre magazie. Pentru a rezolva problema generării numerelor Bernoulli, ea a coregrafiat un dans complicat. A lucrat zile întregi, câteodată şi noaptea, trimiţând mesaje către Babbage de-a latul Londrei, luptându-se cu boala şi cu dureri rău prevestitoare, lăsând mintea să-i zboare:

Acel *creier* al meu este ceva mai mult decât un simplu lucru *muritor*; după cum timpul o va arăta (numai dacă *respiraţia* mea şi alte etcetera nu fac un progres prea rapid *spre* în loc *dinspre* mortalitate).

în mai puţin de zece ani de-acum înainte, al dracului să fie dacă nu voi fi sorbit ceva sânge dătător de viaţă din misterele acesui univers, aşa cum nişte buze sau nişte creiere pur muritoare nu ar putea să o facă.

Nimeni nu ştie ce energie şi ce forţă aproape îngrozitoare zac încă neexploatate în acel micuţ sistem al meu *de sârmuliţe*. Spun îngrozitoare, pentru că vă puteţi imagina ce *ar putea* fi în anumite împrejurări.

Atac şi scormonesc cu încăpăţânare până în străfunduri toate căile de deducţie a numerelor Bernoulli..Mă lupt cu acest subiect şi să-l *conectez* cu altele.86

Ea programa maşina. O programa în minte, pentru că maşina nu exista. Complicaţiile pe care le-a întâmpinat

pentru prima oară au devenit familiare programatorilor din secolul următor:

Cât de variate şi cât de reciproc complicate sunt consideraţiile pe care le implică funcţionarea unei astfel de maşini. Ele sunt adeseori mai multe seturi distincte de efecte ce se produc simultan; toate într-un mod independent unele de altele şi totuşi exercitând, într-un grad mai mare sau mai mic, o influenţă reciprocă. A le potrivi pe fiecare cu celelalte şi, realmente, chiar a le percepe şi trasa cu perfectă corectitudine şi cu succes implică dificultăţi a căror natură se înrudeşte într-o oarecare măsură cu a celor presupuse de orice problemă ale cărei condiţii sunt foarte numeroase şi intercomplicate.87

Ii descria lui Babbage sentimentele sale. “Mi-e tare groază de faptul că am intrat într-un atât de uimitor bucluc şi m-am ales cu aşa bătaie de cap.”88 Şi peste nouă zile: “Descopăr că planurile şi ideile mele continuă să câştige în claritate, căpătând o formă din ce în ce mai *cristalină* şi din ce în ce mai puţin nebuloasă”.89 Ştia că realizase ceva cu totul nou. După alte zece zile, luptându-se cu ultimele corecturi, la “Mr. Taylors Printing Office” din Fleet Street, ea declara: “Nu cred că posedaţi jumătate din clarviziunea *mea* şi din puterea de a prevedea toate contingenţele *posibile* (*probabile* şi *improbabile*, deopotrivă). -.*Nu* cred că tatăl meu a fost (sau că ar fi putut să devină vreodată) un asemenea *poet* pe cât *voi fi eu* ca *analist* (şi metafizician); deoarece pentru mine cele două sunt indisolubil legate”.90

Cine ar fi utilizat această maşină? Nu conţopişti sau prăvăliaşi, a spus fiul lui Babbage, multi ani după aceea. Scopul nu a fost niciodată aritmetica banală - “ar fi ca şi cum ai folosi ciocanul cu abur ca să spargi o nucă”. El l-a parafrazat pe Leibniz: “Nu este făcut pentru aceia care vând zarzavaturi sau peştișori, ci pentru observatoare sau camerele private ale calculatorilor sau pentru alţii care îşi pot permite cu uşurinţă cheltuiala şi au nevoie de o mare cantitate de calcule”.91 Maşina lui Babbage nu fusese bine

înţeleasă, nici de către guvernul său şi nici de către numeroşii prieteni care au trecut prin salonul său, dar, la vremea ei, influenţa sa a călătorit departe.

In America, o ţară debordând de invenţii şi optimism ştiinţific, Edgar Allan Poe scria: “Ce să gândim despre maşina de calcul a domnului Babbage? Ce să gândim despre o maşină de lemn şi metal care poate...să asigure exactitatea operaţiilor sale matematic certe prin puterea ei de a-şi corecta posibilele erori?”.92 Ralph Waldo Emerson îl cunoscuse pe Babbage la Londra şi declara în 1870: “Aburul este un savant dotat şi un camarad cu umeri tari, dar nu şi-a isprăvit încă munca”

El deja se plimbă pe câmp ca un om şi va face orice i se cere. El irigă recoltele şi mută un munte. El trebuie să ne coase cămăşile, el trebuie să ne tragă trăsurile; învăţat de către domnul Babbage, el trebuie să calculeze dobânzi şi logaritmi....Esteîncă pe cale să ofere servicii şi mai înalte de un tip mecanico-intelectual.93

Minunăţiile sale au primit şi dezaprobare. Unii critici s-au temut de o rivalitate între mecanism şi spirit. “Ce satiră este acea maşină faţă de un adevărat matematician!”, a spus Oliver Wendell Holmes Sr. “Un monstru Frankenstein, un lucru fără creier şi fără inimă, prea netot ca să comită o gafă; care întoarce rezultatele ca o moară de porumb şi nu devine nicicând mai înţelept sau mai bun, chiar dacă macină o mie de buşeli din ele!” Toţi vorbeau de parcă maşina ar fi fost reală, dar nu a fost niciodată. A rămas suspendată în faţa propriului său viitor.94

La jumătatea drumului dintre timpul său şi al nostru, *Dicţionarul biografiei naţionale* îi acordă lui Charles Babbage un scurt articol - aproape cu totul lipsit de relevanţă sau valoare:

matematician şi mecanic ştiinţific;.a obţinut un grant guvernamental pentru a face o maşină de calcul.dar activitatea de construcţie a încetat, din cauza dezacordurilor cu inginerul; a oferit guvernului un proiect

îmbunătăţit, care a fost refuzat din motive de cost;.profesor Lucasian de matematică, la Cambridge, dar nu a ţinut prelegeri.

Preocupările lui Babbage, îndepărtându-se atât de mult de matematică, aparent atât de amestecate, au un fir comun pe care nici el, nici contemporanii săi nu l-au putut sesiza. Obsesiile sale nu aparţineau niciunei categorii - mai exact, niciunei categorii existente pe atunci. Adevăratul lui subiect a fost informaţia: emitere de mesaje, codificare, procesare.

A înfruntat două provocări excentrice şi aparent nefilosofice, având, după cum nota el, o strânsă legătură: descuierea lacătelor şi descifrarea codurilor. Descifrarea, spunea el, era “una dintre artele cele mai fascinante şi mi-e teamă că am irosit cu ea mai mult timp decât merită”.95 Pentru raţionalizarea procesului, s-a apucat să efectueze o “analiză completă” a limbii engleze. A creat seturi de dicţionare speciale: liste de cuvinte de o singură literă, de două litere, de trei, şi aşa mai departe; şi liste de cuvinte ordonate alfabetic, după litera iniţială, după a doua literă, a treia etc. Avându-le la îndemână, a proiectat metodologii de rezolvare de anagrame şi cuvinte încrucişate.

în inelele copacilor a văzut cum natura codifică mesaje despre trecut. O lecţie profundă: aceea că un arbore înregistrează un întreg complex de informaţii în substanţa lui solidă. “Fiecare ploaie care cade, fiecare schimbare de temperatură ce are loc şi fiecare suflare de vânt lasă asupra lumii vegetale urme ale trecerii lor; slabe, într-adevăr, şi imperceptibile, poate, pentru noi, dar nu mai puţin racordate permanent în adâncurile acelor ţesături lemnoase.”96

în atelierele din Londra observase nişte tuburi de cositor, menite să transmită mesaje verbale, “prin care comenzile şefilor sunt comunicate instantaneu până în cele mai îndepărtate colţuri”. El a considerat această tehnologie drept o contribuţie la “economia de timp” şi a sugerat că nimeni nu descoperise încă o limită a distanţei pînă la care

pot ajunge mesajele vorbite. A făcut un calcul rapid: “Admiţând că ar fi posibil între Londra şi Liverpool, cam şaptesprezece minute ar trece până când cuvintele rostite la un capăt ar ajunge la cealaltă extremitate a conductei”.97 In anii 1820, a avut o idee de transmitere a mesajelor scrise, “închise în mici cilindri, mobili de-a lungul unor fire suspendate de sediile poştei, de turnuri sau turle de biserici” şi a construit un prototip la casa lui din Londra.98 A ajuns să fie obsedat de variaţiuni pe tema trimiterii de mesaje la cele mai mari distanţe posibile. Sacul poştal expediat noaptea din Bristol, a remarcat el, cântărea mai puţin de 45 de kg. Ca să trimiţi aceste mesaje la 120 de mile, “un vagon şi aparatură, cântărind peste 136 de kg, sunt puse în mişcare şi transportate, de asemenea, de-a lungul aceluiaşi spaţiu”.99 Ce risipă! Să presupunem, în schimb, a sugerat el, că oficiile poştale ar fi legate prin intermediul unor stâlpi înalţi, plantaţi la, să zicem, fiecare sută de metri. Sârme de oţel ar fi întinse de la un stâlp la altul. în oraşe, turlele de biserică ar servi de stîlpi. Casete de cositor cu roţi ar rula de-a lungul sârmelor şi ar transporta pachete de scrisori. Costurile ar fi “comparativ neînsemnate”, a spus el, “şi nu este imposibil ca firul întins să fie disponibil pentru un gen de comunicaţie telegrafică, şi mai rapidă”.

In timpul Marii Expoziţii din 1851, când Anglia şi-a prezentat realizările industriale într-un Palat de Cristal, Babbage a plasat o lampă de ulei, dotată cu un oblon mobil, la o fereastră de la etajul casei sale din Dorset Street pentru a crea un aparat de “ocultare a luminii”, care clipea semnale codificate spre trecători. A conceput un sistem standardizat pentru a fi folosit de farurile de pe coastele marine la emiterea de semnale numerice şi a trimis prin poştă douăsprezece copii adresate, după cum a scris el, “autorităţilor abilitate ale marilor ţări maritime” în Statele Unite, Congresul a aprobat 5 000 de dolari pentru un program de testare a sistemului lui Babbage. A studiat

semnalele solare şi “semnalele luminoase la zenit”, proiectate de oglinzi, precum şi semnalele timpului măsurat la Greenwich pentru a le fi transmise marinarilor. Pentru comunicarea dintre navele eşuate şi echipele de salvare de la ţărm, a propus ca toate naţiunile să adopte o listă standard de o sută de întrebări şi răspunsuri, cărora să li se atribuie numere, “să fie tipărite pe cartele şi să fie bătute în cuie în diferite părţi ale fiecărui vas”.100 Semnale similare, a sugerat el, ar putea servi armata, poliţia, căile ferate sau chiar, “în diferite scopuri sociale”, vecinii de la ţară.

Aceste scopuri nu erau nici pe departe evidente. “In ce scopuri va fi util telegraful electric?”, l-a întrebat pe Babbage Charles Albert, regele Sardiniei, în 1840. Babbage şi-a scotocit mintea pentru o ilustrare “şi, în sfârşit, am indicat probabilitatea ca, prin intermediul telegrafului electric, flota Maiestăţii Sale să primească avertismente privind apropierea unor furtuni....”

Aceasta a condus la o nouă teorie despre furtuni, de care regele era foarte interesat. Treptat, m-am încumetat să-i clarific problema. Am citat, spre ilustrare, o furtună care avusese loc doar cu puţin timp înainte ca eu să fi părăsit Anglia. Daunele provocate la Liverpool au fost foarte mari, iar la Glasgow imense..Am adăugat că dacă ar fi existat comunicaţii electrice între Genova şi alte câteva locuri, oamenii din Glasgow arfi putut avea informaţii despre acele furtuni cu douăzeci şi patru de ore înainte de sosirea lor.101

Cât despre maşină, trebuia să fie uitată înainte de a fi rea-mintită. N-a avut nicio progenitură evidentă. S-a rematerializat ca o comoară îngropată şi a inspirat un sentiment de uimire tulbure. In plin avânt al erei computerelor, istoricul Jenny Uglow a simţit în maşinile lui Babbage “un sens diferit al anacronismului”. Astfel de invenţii eşuate, a scris ea, conţin “idei care zac precum nişte blueprinturi ce se îngălbenesc în dulapuri, pentru ca generaţiile următoare să se împiedice de ele şi să le redea prospeţimea”.102

Concepută iniţial să genereze tabele numerice, maşina în forma sa modernă a făcut ca tabelele numerice să fie învechite. A anticipat Babbage acest lucru? S-a întrebat cum va utiliza lumea viitoare viziunea lui. A presupus că va trece încă o jumătate de secol până când oricine altcineva să încerce din nou să creeze o maşină de calcul de uz general. In realitate, a fost nevoie de peste un secol pentru a se constitui substratul tehnologic necesar. “Dacă, neprevenit de exemplul meu”, a scris el în 1864, “cineva s-ar apuca şi ar reuşi să construiască realmente o maşină care să încorporeze întregul departament executiv de analiză matematică pe diferite principii sau prin mijloace mecanice mai simple, nu-mi e teamă să las reputaţia mea în grija aceluia, pentru că numai el singur va fi pe deplin capabil să aprecieze natura eforturilor mele şi valoarea rezultatelor lor”.103

Privind spre viitor, el a văzut un rol special pentru un adevăr mai presus de toate: “maxima potrivit căreia cunoaşterea este putere”. El înţelegea expresia literal. Cunoaşterea “este ea însăşi generatoare de forţă fizică”, a declarat el. Ştiinţa i-a dăruit omului aburul şi, curând, bănuia el, se va orienta spre mai puţin tangibila forţă a electricităţii: “Deja ea aproape a pus în lanţuri fluidul eteric”. Şi a privit mai departe:

Este ştiinţa *călcatului* - care devine constant tot mai necesară cu fiecare pas al progresului nostru şi care, în ultimă instanţă, trebuie să guverneze toate aplicaţiile ştiinţei în artele vieţii.

Cu câţiva ani înainte de moarte, i-a spus unui prieten că ar renunţa bucuros la oricât mai avea de trăit, numai dacă i s-ar îngădui să mai trăiască trei zile, peste cinci secole în viitor.

Cât despre tânăra lui prietenă Ada, contesă de Lovelace, ea a murit cu multi ani înaintea lui - o moarte lungă şi chinuitoare din cauza unui cancer uterin, agonia fiindu-i prea puţin alinată cu laudanum şi canabis. Multă vreme,

familia i-a ascuns adevărul despre boala ei. în cele din urmă, a ştiut că era pe moarte. “Se spune că «evenimentele ce stau să vină îşi trimit înainte umbrele»“, i-a scris ea mamei sale. “Nu şi-ar putea trimite câteodată înainte *luminile* lor?”104 Au înmormântat-o lângă tatăl ei.

Şi ea a avut, de asemenea, un ultim vis asupra viitorului: “Eu să devin, *cu timpul*, un *autocrat*, în felul meu”. Şi-ar fi dorit să aibă regimente, aliniate în faţa ei. Stăpânii de fier ai lumii ar trebui să fie daţi la o parte. Şi din ce ar fi alcătuite regimentele ei? “Deocamdată nu divulg acest lucru. Oricum, nutresc speranţa că vor fi cele mai *armonios* disciplinate trupe; - constând din *numere* mari şi mărşăluind cu o forţă irezistibilă pe sunetul *muzicii*. Nu este ceva misterios? Cu siguranţă trupele mele trebuie să constea în *numere*, ori nu pot avea nici un fel de existenţă....Insă atunci, *ce* sunt aceste *numere*? Aceasta este o ghicitoare.”105

UN SISTEM NERVOS PENTRU PĂMÂNT

(LA CE TE POŢI AŞTEPTA DIN PARTEA CÂTORVA SÂRME PRĂPĂDITE?)

Este un fapt - sau am visat - că, datorită electricităţii, lumea materiei a devenit un mare nerv, vibrând pe mii de mile-ntr-o clipită? Cumva, globul rotund este un cap imens, un creier, instinct cu inteligenţă! Sau, ar trebui să spunem, este el însuşi un gând, nimic altceva, doar gând şi nu mai e substanţa pe care o ştiam!1

- Nathaniel Hawthorne (1851)

în 1846, trei funcţionari într-o cămăruţă de la etaj, în Ferry House din Jersey City, manevrau întregul trafic telegrafic al metropolei New York şi nu aveau prea multe de făcut. Ei administrau un terminal al unei singure perechi de sârme, ducând spre Baltimore şi Washington. Mesajele primite erau scrise de mână, retransmise cu feribotul peste râul Hudson până la docurile din Liberty Street şi predate primului oficiu al Magnetic Telegraph Company de pe Wall Street, numărul 16.2

La Londra, unde fluviul crea mai puţine dificultăţi, capitaliştii au înfiinţat Electric Telegraph Company şi au început să întindă primele lor fire de cupru, răsucite în cabluri, învelite în gutapercă şi trase prin conducte de fier, în principal de-a lungul noilor căi ferate. Pentru sediul central, compania a închiriat Founders' Hall, Lothbury, peste drum de Banca Angliei, şi au semnalat prezenţa ei instalând un ceas electric - modem şi sigur, pentru că deja ora căilor ferate era şi ora telegrafică. In 1849, oficiul telegrafic se lăuda cu opt aparate, funcţionale zi şi noapte. Patru sute de baterii furnizau energia. “Vedem în faţa noastră un zid cu stucaturi, ornamentat cu un luminos ceas electric”, relata în 1854 jurnalistul Andrew Wynter. “Cine s-ar gândi că în spatele acestei frunţi înguste se află marele creier - dacă îl putem numi astfel - al sistemului nervos al Britaniei?”3 Nu era nici primul, nici ultimul care asemăna telegraful electric cu cablarea biologică: comparând sârmelele cu nervii; naţiunea sau întregul pământ cu corpul omenesc.4

Analogia lega un fenomen uimitor cu altul. Electricitatea era o enigmă învăluită în mister, apropiată de magie, şi nimeni nu înţelegea nici sistemul nervos. Cel puţin se ştia că nervii conduc o formă de electricitate şi astfel, poate, serveau drept canale prin care creierul dirijează trupul. Anatomiştii care studiau fibrele nervoase s-au întrebat dacă nu erau izolaţi cu propria versiune corporală de gutapercă. Poate că nervii nu erau doar *ca* nişte sârme; poate că *erau* sârme, purtând mesaje dinspre regiunile inferioare către sensorium - partea senzitivă a creierului. Alfred Smee, în lucrarea sa *Elemente de electro-biologief* din 1849, asemăna creierul cu un acumulator şi nervii cu nişte “bio-telegrafe”.5 Ca orice metaforă suprauzată, şi acesteia i-a venit vremea să fie satirizată. Un reporter din Menlo Park, aflând că Thomas A. Edison răcise la cap, a scris: “Doctorul a venit şi s-a uitat la el, i-a explicat relaţia dintre nervii trigemeni şi analogia lor cu un telegraf cu trei fire şi, divagând, a remarcat că, în nevralgia facială, fiecare dinte

poate fi privit ca o staţie de telegraf cu un singur operator”.6 Când a apărut telefonul, analogia a fost întărită. “E foarte aproape timpul”, declara *Scientific American*, “când membrii răspândiţi ai comunităţilor civilizate vor fi la fel de strâns uniţi, în ceea ce priveşte comunicarea telefonică instantanee, pe cât sunt acum diferitele membre ale corpului unite de sistemul nervos”.7 Având în vedere cât de speculativă era analogia, s-a dovedit a nu fi tocmai rea. Nervii transmit realmente mesaje, iar telegraful şi telefonul au început să transforme, pentru prima oară, societatea umană în ceva ce semăna cu un organism coerent.

în primele lor zile, aceste invenţii au inspirat o bucurie fără precedent în analele tehnologiei. Surescitarea s-a răspândit dintr-un loc în altul prin cotidiene şi magazine lunare şi, mai la obiect, de-a lungul cablurilor însele. S-a născut un nou sentiment al viitorimii: un sentiment că lumea era în schimbare, că viaţa copiilor şi a nepoţilor avea să fie foarte diferită, totul datorită acestei forţe şi utilizării ei. “Electricitatea este poezia ştiinţei”, declara un istoric american în 1852.8

Nu că ar fi ştiut cineva ce era electricitatea. “Un agent invizibil, intangibil şi imponderabil”, a spus o autoritate.9 Toată lumea era de acord că ea implica o “condiţie specială”, fie a moleculelor, fie a eterului (el însuşi un concept nebulos şi, în cele din urmă, condamnat să dispară). In secolul al XVII-lea, Thomas Browne descria efluviile electrice drept “firicele de sirop, care se alungesc şi se contractă”. In secolul al XVIII-lea, lansatorul de zmee Benjamin Franklin a dovedit “asemănarea fulgerului cu electricitatea” - identificând acele temute trăznete din cer cu ciudatele scântei şi curenţii tereştri. Franklin a mers pe urmele Abatelui Jean-Antoine Nollet, un filosof al naturii şi puţin măscărici, care a spus în 1748: “în mâinile noastre, electricitatea este la fel ca fulgerul în mâinile naturii” Şi, ca să o demonstreze, a organizat un experiment ce folosea o

butelie de Leyda şi o sârmă de fier pentru a trimite un şoc prin două sute de călugări cartuzieni, dispuşi într-un cerc lung cam de o milă. Din aproape simultanele ţopăieli, zgâlţâieli, convulsii şi ţipete ale călugărilor, privitorii au dedus că mesajul - al cărui conţinut informaţional era redus, dar nu zero - s-a deplasat în jurul cercului cu o viteză fantastică.

Ulterior, Michael Faraday, din Anglia, a făcut mai mult decât oricare altul pentru a transforma electricitatea din magie în ştiinţă, însă, chiar şi aşa, în 1854, când Faraday era la apogeul cercetărilor sale, Dionysius Lardner, scriitorul ştiinţific care îl admirase atât de mult pe Babbage, putea să declare cât se poate de corect: “Lumea ştiinţifică nu este de acord în ceea ce priveşte caracterul fizic al electricităţii”. Unii credeau că ar fi un fluid “mai uşor şi mai subtil” decât orice gaz; alţii bănuiau un amestec de două fluide “având proprietăţi antagonice”; iar alţii credeau că electricitatea nu era câtuşi de puţin un fluid, ci mai curând ceva analog cu sunetul: “o serie de ondulaţii sau vibraţii”.10 *Harper's Magazine* avertiza că termenul “curent” era numai o metaforă şi adăuga misterios: “Nu trebuie să gândim electricitatea ca purtând mesajul pe care îl scriem, ci mai degrabă ca făcându-l pe operatorul de la celălalt capăt al liniei capabil să scrie unul similar”.11

Indiferent de natura sa, electricitatea era considerată o forţă naturală, controlată de către om. Un recent ziar din New York, *The Times*, o explica prin contrast cu aburul:

Amândouă sunt nişte puternici şi chiar formidabili agenţi smulşi naturii de priceperea şi forţa omului. însă electricitatea este de departe cea mai subtilă dintre cele două energii. Este un element natural original, pe când aburul este un produs artificial. Combinată cu magnetismul, electricitatea este un agent mai subiectiv şi, când pregătirea pentru transmisie va fi gata să înainteze, un mesager sigur şi rapid până la marginile globului locuibil.12

Privind în urmă, rapsozii au descoperit că epoca modernă fusese prevestită într-un verset din *Cartea lui Iov*: “Nu poţi tu să trimiţi fulgere, în stare să meargă şi să spună: lată-ne?”.13

Insă fulgerul nu *spunea* nimic - el orbea, trăznea şi pârjolea, dar, ca să poarte un mesaj, era nevoie de ceva ingeniozitate. In mâinile omului, electricitatea cu greu putea să realizeze ceva, la început. Nu putea face o lumină mai strălucitoare decât o scânteie. Era tăcută. Dar putea fi trimisă de-a lungul unor sârme la mari distanţe - aceasta a fost o descoperire timpurie - şi părea să transforme sârmele în nişte magneţi slabi. Acele sârme puteau fi lungi: nimeni nu a găsit nicio limită de acţiune a curentului electric. Nu a trecut prea mult timp pentru a se vedea ce însemna aceasta pentru străvechiul vis al comunicării la mare distanţă. însemna acele simpatetice.

Era necesar să se rezolve nişte probleme practice: fabricarea sârmelor, izolarea lor, acumularea curenţilor, măsurarea lor. Trebuia inventat un întreg domeniu ingineresc. Pe lângă inginerie, mai era o problemă distinctă: problema mesajului însuşi. Aceasta era mai mult o enigmă logică decât una tehnică. Era o problemă de salt peste niveluri, de la cinetică la semnificaţie. Ce formă ar trebui să ia mesajul? Cum să convertească telegraful acest fluid în cuvinte? In virtutea magnetismului, influenţa propagată la o anumită distanţă putea să se exercite asupra obiectelor fizice, precum ace, pilitură de fier sau chiar mici pârghii. Oamenii aveau diferite idei: electromagnetul ar putea să sune un clopoţel de alarmă; ar putea să regleze mişcarea unui angrenaj; ar putea să răsucească un suport, de care să fie ataşat un toc (dar ingineria secolului al XIX-lea nu era la nivelul scrierii manuale robotice). Sau curentul ar putea să tragă cu tunul. Imaginaţi-vă declanşarea unei lovituri de tun prin emiterea unui semnal de la mile depărtare! Potenţialii inventatori priveau în mod natural spre tehnologiile anterioare de

comunicare, dar precedentele erau, în marea lor majoritate, de un gen nepotrivit.

Dar, înainte să fi existat telegrafe electrice, au fost doar telegrafe: *les télégraphes*, inventate şi denumite de către Claude Chappe din Franţa, în timpul Revoluţiei.[35] Ele erau optice; un "telegraf" era un turn pentru emiterea de semnale către alte turnuri aflate în raza vizuală. Sarcina consta în a pune la punct un sistem de semnalizare mai eficient şi mai flexibil decât, să spunem, focurile pe dealuri. Lucrând cu partenerul lui în schimbul de mesaje, fratele său Ignace, Claude a încercat o serie de scheme diferite, care au evoluat timp de câţiva ani.

Prima era ciudată şi ingenioasă. Fraţii Chappe au pus o pereche de pendule să bată în sincronie, fiecare având o limbă care se rotea împrejurul unui cadran cu viteză destul de mare. Au experimentat cu ele în oraşul lor de baştină, Brûlon, la vreo sută de mile vest faţă de Paris. Ignace, expeditorul, urma să aştepte până când limba indicatoare atingea un număr convenit şi, în acel moment, semnala bătând un clopot, trăgând un foc de armă sau, cel mai adesea, lovind o caserolă. Auzind sunetul, Claude, aflat la un sfert de milă depărtare, urma să citească numărul potrivit pe ceasul lui. Putea să convertească numărul în cuvinte, căutând pe o listă prestabilită. Această idee de comunicare prin intermediul ceasurilor sincronizate a reapărut în secolul XX, în experimentele mentale ale fizicienilor şi în dispozitivele electronice, dar în 1791 nu a dus nicăieri. Un neajuns era faptul că cele două staţii trebuiau să fie legate atât vizual, cât şi auditiv - iar dacă erau, ceasurile aveau puţin de adăugat. Un altul era problema de sincronizare a ceasurilor, în primul rând, şi apoi de a le menţine sincronizate. în sfârşit, trimiterea de

35 Dar contele Miot de Melito a pretins în memoriile sale că Chappe a înregistrat ideea sa la Oficiul de Război cu denumirea de tachygraphe („scriitor rapid") și că el, Miot, a propus în loc télégraphe - care „a devenit, să spunem așa, un cuvânt de-al casei"14 (n.a.).

mesaje rapide pe distanţe lungi a făcut posibilă sincronizarea - şi nu invers. Schema s-a prăbuşit sub greutatea propriei sale ingeniozităţi.

Intre timp, fraţii Chappe au reuşit să atragă şi pe alţi doi fraţi, Pierre şi René, în cadrul proiectului, împreună cu un grup de funcţionari municipali şi notari regali, în calitate de martori. Următoarea încercare a renunţat la ceasuri şi sunet. Fraţii Chappe au construit un mare cadru de lemn cu obloane glisante, ridicate şi coborâte cu scripeţi. Folosind fiecare combinaţie posibilă, acest "telegraf" putea să transmită un alfabet de treizeci şi două de simboluri - 25, un alt cod binar, deşi detaliile nu au supravieţuit. Claude solicita bani de la nou-înfiinţata Adunare Legislativă, aşa că a încercat acest mesaj plin de speranţă din Brûlon: "*UAssemblée nationale recompensera les experiences utiles au public*" ("Adunarea Naţională va recompensa experimentele utile publicului"). Cele opt cuvinte au avut nevoie de 6 minute, 20 de secunde pentru a fi trimise şi nu au reuşit să se adeverească.15

Franţa revoluţionară era deopotrivă un loc bun şi rău pentru experimentări moderniste. Atunci când Claude a ridicat un telegraf prototip în Parcul Saint-Fargeau, în nord-estul Parisului, o mulţime bănuitoare l-a pus la pământ, temându-se de transmiterea unor mesaje secrete. Cetăţeanul Chappe a continuat să caute o tehnologie la fel de rapidă şi sigură pe cât era celălalt nou dispozitiv, ghilotina. A proiectat un aparat cu o traversă masivă, ce susţinea două braţe gigantice, manipulate cu frânghii. La fel ca multe maşini timpurii, aceasta avea o formă oarecum antropomorfică. Braţele se puteau dispune în oricare dintre şapte unghiuri, în ecarturi de câte 45 de grade (nu opt, deoarece unul ar fi făcut ca braţul să fie ascuns de traversă), iar traversa se putea roti, la rândul său, totul sub comanda unui operator aflat jos, manipulând un sistem de manivele şi scripeţi. Ca să perfecţioneze acest mecanism

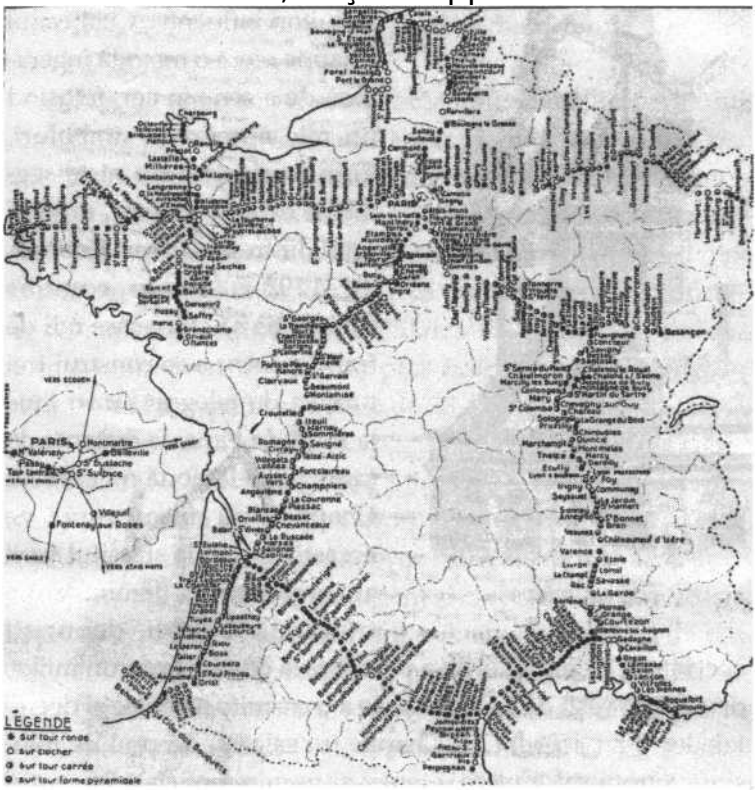
complex, Chappe l-a cooptat şi pe Abraham-Louis Breguet, bine-cunoscutul ceasornicar.

Oricât de complicată era problema comenzii aparatului, chestiunea proiectării unui cod adecvat s-a dovedit a fi şi mai dificilă. Din punct de vedere strict mecanic, braţele şi traversa puteau să se dispună în orice unghi - posibilităţile erau infinite -, dar, pentru o semnalizare eficientă, trebuia ca Chappe să limiteze posibilităţile. Cu cât mai puţine poziţii semnificante, cu atât mai redusă probabilitatea de confuzie. El a ales numai două pentru traversă, plus cele şapte pentru fiecare braţ, creând un spaţiu simbolic de 98 de aranjamente posibile (7 x 7 x 2). In loc să le utilizeze pentru litere şi numere, Chappe s-a apucat să elaboreze un cod minuţios. Unele semnale erau rezervate pentru corectarea erorilor şi control: start şi stop, confirmare, amânare, conflict (un turn nu putea să trimită mesaje în ambele direcţii simultan) şi eşec. Altele erau folosite în perechi, indicând operatorului numere de pagini şi de rânduri din nişte cărţi speciale de coduri, cu peste opt mii de intrări potenţiale: cuvinte şi silabe, precum şi nume proprii de persoane sau localităţi. Toate acestea au rămas un secret păzit cu străşnicie. In fond, mesajele urmau să fie transmise prin aer, în văzul tuturor. Chappe a pornit de la premisa că reţeaua de telegraf la care visa urma să fie un departament al statului, în proprietatea şi sub administrarea guvernului. Nu l-a văzut ca pe un instrument de cunoaştere sau de îmbogăţire, ci ca pe un instrument de putere. “Va veni ziua”, a scris el, “când guvernul va fi capabil să împlinească cea mai grandioasă idee pe care ne-o putem face despre putere, utilizând sistemul telegrafic ca să-şi propage direct, zi de zi, oră de oră şi simultan, influenţa asupra întregii republici”.16

Ţara fiind în război şi autoritatea deţinută acum de Convenţia Naţională, Chappe a reuşit să atragă atenţia unor

Un telegraf Chappe legiuitori influenţi. “Cetăţeanul Chappe oferă o metodă ingenioasă de a scrie în aer, folosind un mic număr de simboluri, formate simplu din nişte segmente de linii drepte”, raporta unul dintre ei, Gilbert Romme, în 1793.17 El a convins Convenţia să aloce şase mii de franci pentru a se construi trei turnuri de telegraf într-o linie la nord de Paris, la distanţe de şapte până la nouă mile. Fraţii Chappe s-au mişcat rapid de această dată şi la sfârşitul verii au organizat o demonstraţie triumfală pentru deputăţii spectatori. Deputaţilor le-a plăcut ceea ce au văzut: un mijloc de a primi veşti de pe front şi de a transmite ordinele şi decretele lor. I-au acordat lui Chappe un salariu, dreptul de folosinţă a unui cal guvernamental şi numirea oficială în postul de *ingénieur télégraphe*. A început să lucreze la o linie de staţii lungă de 120 de mile, de la Lu vru din Paris spre Lille, la graniţa de nord. In mai puţin de un an, avea optsprezece staţii operaţionale şi primele mesaje au sosit de la Lille: din fericire, ştiri despre victorii asupra prusacilor şi austriecilor. Convenţia era în extaz. Un deputat a numit un panteon al celor patru mari invenţii omeneşti: tiparul, praful de puşcă, busola şi “limbajul semnelor telegrafice”.18 Avea dreptate să se concentreze asupra

limbajului. In termeni de hardware - frânghii, leviere şi traverse de lemn -, fraţii Chappe nu inventaseră nimic nou.



Reţeaua franceză de telegrafie la apogeu

A început construcţia de staţii ramificate, spre est până la Strasbourg, spre vest până la Brest şi spre sud până la Lyon. Când Napoleon Bonaparte a preluat puterea în 1799, a ordonat trimiterea unui mesaj în toate direcţiile - “Paris est tranquille et les bons citoyens sont contents” (“Parisul este liniştit şi cetăţenii cumsecade sunt mulţumiți”) - şi curând a comandat o linie de staţii noi tocmai până la Milano. Sistemul telegrafic stabilea un nou standard de viteză a comunicaţiilor, de vreme ce singurul competitor real era un călăreţ în şa. Dar viteza putea fi măsurată în două feluri: în termeni de distanţă sau în termeni de simboluri şi cuvinte. Chappe a pretins odată că un semnal

ar putea să ajungă de la Toulon la Paris - o linie de 120 de staţii de-a lungul a 475 de mile - în numai zece sau douăsprezece minute. Dar el nu putea face acea afirmaţie în legătură cu un mesaj complet, chiar unul relativ scurt. Trei semnale pe minut era, maximum de ceea ce se putea aştepta chiar din partea celui mai rapid operator. Următorul operator din lanţ, privind printr-un telescop, trebuia să noteze de mână fiecare semnal într-un carneţel, să-l reproducă manevrând propriile sale pârghii şi scripeţi şi să se asigure că a fost recepţionat corect de staţia următoare. Lanţul de semnale era vulnerabil şi fragil: ploaia, ceaţa sau un operator neatent ar fi întrerupt orice mesaj. Atunci când rata de succes a fost măsurată în anii 1840, s-a constatat că numai două mesaje din trei ajungeau într-o zi pe timpul călduros al verii, iar pe timp de iarnă, rata scădea la unul din trei. Codificarea şi decodificarea cereau timp, de asemenea, dar numai la începutul şi la capătul liniei. Operatorii din staţiile intermediare aveau de retransmis semnale fără să le înţeleagă. Intr-adevăr, multi *stationaires* erau analfabeţi.

Atunci când soseau, mesajele nu erau întotdeauna credibile. Multe stafii de retransmisie însemnau sanse mari de eroare.

Copiii de pretutindeni ştiu acest lucru, jucând un joc de transmitere de mesaje, cunoscut în Britania sub numele de "Şoapte chinezeşti", în China drept 以讹传讹, în Turcia numit "De la o ureche la alta", iar în Statele Unite modeme drept simplu "Telefonul". Atunci când colegii săi au nesocotit problema corectării erorilor, Ignace Chappe s-a plâns: "Probabil că nu au făcut experimente cu mai mult de două sau trei staţii".20

Astăzi, vechile telegrafe sunt uitate, dar ele au făcut senzaţie la vremea lor. La Londra, un comediant şi compozitor din

Drury Lane, pe nume Charles Dibdin, a introdus invenţia într-un musical din 1794 şi i-a prezis un viitor minunat:

Doar dacă promiteţi să nu râdeţi nici măcar un pic, Telegraful francez voi încerca să vă explic!

O maşină înzestrată cu-o putere ce te lasă fără glas, Scrie, citeşte, veşti trimite la zeci de mileîntr-un ceas.

Oh! Jucători la loterie bogaţi vor fi precum evreii: Ca să primească veşti, în loc să zboare porumbeii, De la Old Ormond Quay trimite-vor o telegramă;

Să pună înc-un vas pe mare fără teamă.

Adio, timbre de-un penny! scrisori şi atelaje-n drum;

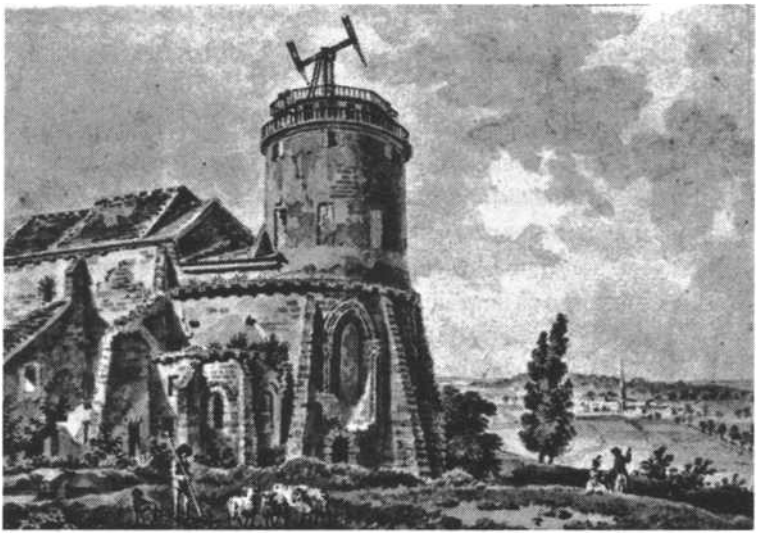
Trebşoara voastră s-a-cheiat. Gata cu voi de-acum: în locul vostru, telegrafele de pe-ale noastre case vom vedea, Cum ne spun ora, fac lumină, cămăşile usucă şi veşti ne-or da.21

Turnurile de telegraf s-au răspândit de-a lungul şi de-a latul Europei, iar ruinele lor sunt împrăştiate în peisajele rurale de astăzi. Telegraph Hill, Telegrafberger, Telegraphen-Berg sunt vestigii ale unor denumiri geografice. Suedia, Danemarca şi Belgia au fost printre primele care au realizat sisteme după modelul francez. Germania le-a urmat curând. O linie între Calcutta şi Chunar a început să opereze în 1823; între Alexandria şi Cairo, în 1824; iar în Rusia, Nicolae I a organizat 220 de staţii de la Varşovia la Sankt Petersburg şi Moscova. Deţineau supremaţia în comunicaţiile mondiale şi apoi, mai repede decât se dezvoltaseră, au ajuns să fie învechite. In 1859, colonelul Taliaferro Shaffner, un inventator şi istoric din Kentucky, a călătorit în Rusia şi a fost izbit de înălţimea turnurilor şi de frumuseţea lor, de grija cu care fuseseră pictate şi ornate cu flori, dar şi de moartea lor subită şi universală.

Aceste staţii sunt acum mute. Nu se mai vede nici urmă de mişcare a indicatoarelor. Ele se mai află pe poziţiile lorînalte, căzând degrabă pe mâna distrugătoare a timpului. Firul electric, deşi mai puţin impozant în aparenţă, traversează imperiul şi, cu scântei arzătoare, transmite la distanţă voinţa împăratului către şaizeci şi şase de milioane de fiinţe umane răspândite pe domeniile sale atât de vaste.22

în mintea lui Shaffner, aceasta era o conversaţie într-un singur sens. Cele şaizeci şi şase de milioane nu-i răspundeau împăratului şi nu discutau nici între ei.

Ce era de spus, când se scria în aer? Claude Chappe făcuse această propunere: “Orice care poate fi subiect de corespondenţă”.23 Dar exemplul său - “Lukner a plecat spre Mons ca să asedieze oraşul, Bender înaintează în apărarea lui” - lămurea ce avea el în vedere: expedierea unor mesaje de importanţă militară şi statală. Ulterior, Chappe a propus trimiterea unor alte tipuri de informaţii: ştiri privind expediţia de mărfuri şi cotaţii financiare de la bursele de valori. Napoleon nu ar fi permis acest lucru, deşi el a folosit telegraful ca să proclame naşterea fiului său, Napoleon al II-lea, în 1811. O infrastructură de comunicaţii, construită cu enorme investiţii guvernamentale şi capabilă să transmită câteva sute de cuvinte pe zi, cu greu putea fi utilizată pentru mesaje private. Era ceva inimaginabil - şi când, în secolul următor, a devenit imaginabil, unele guverne au găsit că este indezirabil. Imediat ce între-prinzătorii au început să organizeze telegrafia privată, Franţa a interzis-o categoric: o lege din 1837 pedepsea cu închisoare şi amenzi pe “oricine ar fi efectuat transmiterea neautorizată



Telegraful de la Montmartre de semnale dintr-un loc în altul, cu ajutorul maşinilor telegrafice sau prin orice alte mijloace".24 Ideea unui sistem nervos global trebuia să se nască în altă parte. In anul următor, 1838, autorităţile franceze au primit vizita unui american, venit cu propunerea unui "telegraf" ce utiliza sârme electrice: Samuel F. B. Morse. L-au refuzat fără ezitări. în comparaţie cu semaforul maiestuos, electricitatea părea ceva nesigur şi de mântuială. Nimeni nu putea să tulbure semnalele telegrafice de pe cer, dar sârma putea fi tăiată de sabotori. Jules Guyot, un medic şi savant însărcinat să evalueze tehnologia, a pufnit: "La ce te poţi aştepta din partea câtorva sârme prăpădite?".25 Chiar, la ce?

întreţinerea şi alimentarea delicatului impuls galvanic au prezentat un set dur de provocări tehnice şi un set diferit a apărut atunci când electricitatea s-a întâlnit cu limbajul: acolo unde cuvintele trebuiau să fie transpuse într-o sclipire pe fir. Punctul de intersecţie între electricitate şi limbaj - totodată interfaţa dintre aparat şi om - solicita o nouă inventivitate. Multe scheme le-au trecut prin minte inventatorilor. Virtual, toate se bazau într-un fel sau altul pe alfabetul scris, folosind litere ca un strat intermediar. Acest

lucru părea atât de natural încât să nu merite a fi remarcat. *Telegraf* însemna “scriere la distanţă”, la urma urmelor. Aşa că, în 1774, Georges-Louis Le Sage de Geneva a dispus douăzeci şi patru de fire separate ca să desemneze douăzeci şi patru de litere, fiecare fir transportând destul curent cât să scuture o lamelă de aur, o biluţă agăţată într-un recipient de sticlă sau “alte corpuri ce pot fi cu uşurinţă atrase şi care, în acelaşi timp, sunt uşor vizibile”.26 Erau prea multe fire ca să fie practicabil. In 1887, un francez pe nume Lomond a tras un singur fir prin apartamentul său şi a pretins că este capabil să semnalizeze diferitele litere făcând o biluţă să danseze în diferite direcţii. “Pare-se că el a format un alfabet de mişcări”, relata un martor, dar în aparenţă numai soţia lui Lomond putea să înţeleagă codul. In 1809, un german, Samuel Thomas von Sömmering, a făcut un telegraf cu bulbuci. Curentul trecând prin fire într-un vas cu apă producea bule de hidrogen; fiecare fir, şi astfel fiecare jet de bulbuci, putea să indice o singură literă. în timp ce lucra la el, von Sömmering a reuşit cu ajutorul electricităţii să facă să sune un clopoţel: el balansa o linguriţă în apă, de sus în jos, astfel încât destule bule să o facă să se încline, eliberând o greutate, ce împingea o pârghie, făcând să sune un clopoţel. “Acest al doilea obiect, ceasul cu alarmă”, a scris el în jurnalul său, “m-a costat multă reflecţie şi multe încercări inutile cu maşinăria”.27 Peste Atlantic, un american pe nume Harrison Gray Dyer a încercat să trimită semnale făcând scântei electrice din acid nitric care decolora hârtia de turnesol. A întins un fir prin copaci şi pe stâlpi în jurul unei piste de curse din Long Island. Hârtia de turnesol trebuia să fie mişcată cu mâna.28

Au urmat apoi acele. Fizicianul André-Marie Ampère, realizator al galvanometrului, a propus utilizarea acestuia ca dispozitiv de semnalizare: era un ac deviat de electromagnetism - o busolă arătând spre un momentan nord artificial. Şi el gândea în termeni de un ac pentru

fiecare literă. In Rusia, baronul Pavel Schilling a prezentat un sistem cu cinci ace, pe care ulterior le-a redus la unul singur: el a atribuit combinaţii de semnale la stânga şi la dreapta literelor şi numerelor. La Göttingen, în 1833, matematicianul Carl Friedrich Gauss, lucrând cu un fizician, Wilhelm Weber, a realizat o schemă similară, cu un ac. Prima deviere a acului dădea două semnale posibile, stânga sau dreapta. Două devieri combinate dădeau alte patru posibilităţi (dreapta + dreapta, dreapta + stânga, stânga + dreapta şi stânga + stânga). Trei devieri dădeau opt combinaţii, iar patru dădeau şaisprezece, pentru un total de treizeci de semnale distincte. Un operator ar fi urmat să utilizeze pauzele pentru separarea semnalelor. Gauss şi Weber au organizat logic alfabetul lor de devieri, începând cu vocalele şi apoi luând literele şi cifrele în ordine:

dreapta = *a*
stânga = *e*
dreapta, dreapta = *i*
dreapta, stânga = *O*
stânga, dreapta = *u*
stânga, stânga = *b*
dreapta, dreapta, dreapta = *c* (şi k)
dreapta, dreapta, stânga = *d*
etc.

Această schemă de codificare a literelor era una binară, într-un fel. Fiecare unitate minimală, fiecare mică piesă de semnal, se reducea la o alegere între două posibilităţi, stânga sau dreapta. Fiecare literă solicita un număr de astfel de alegeri şi acel număr nu era predeterminat. Putea fi una, precum cea între dreapta pentru *a* şi stânga pentru *e*. Puteau fi mai multe, aşa că schema era una deschisă, permiţând un alfabet din atâtea litere câte erau necesare. Gauss şi Weber au întins o sârmă dublă, lungă de o milă, peste case şi clopotniţe, între Observatorul din Göttingen şi

Institutul de Fizică. Ceea ce au reuşit să-şi spună unul altuia nu s-a păstrat.

Departe de atelierele acestor inventatori, *telegraful* încă însemna turnuri, semafoare, obloane şi steaguri, dar entuziasmul faţă de noile posibilităţi începea să se înfiripe. Intr-o conferinţă susţinută în 1833 la Boston Marine Society, un jurist şi filolog, John Pickering, declara: “Trebuie să fie evident pentru cel mai obişnuit observator, că niciodată nu poate fi realizat un mijloc de transport de informaţii care să depăşească ori chiar să egaleze rapiditatea telegrafului, deoarece, cu excepţia abia perceptibilei retransmiteri din fiecare staţie, rapiditatea sa poate fi comparată cu aceea a luminii însăşi”.29 El se gândea cu precădere la telegraful de pe Central Wharf, un turn de tip Chappe, care comunica informaţii privind expediţiile de mărfuri către alte trei staţii dintr-o linie de douăsprezece mile peste Golful Boston. Intre timp, zeci de ziare recente din toată ţara se numeau în stil modem “*The Telegraph*”. Şi ele se găseau în domeniul scrierii la distanţă.

“Telegrafia este un element de putere şi de ordine”30, spusese Abraham Chappe, însă clasele financiare şi comerciale în ascensiune erau următoarele care au sesizat valoarea informaţiei ce scurta distanţele. Numai două sute de mile despărţeau Bursa de pe Threadneedle Street din Londra de Bursa din Palais Brongniart, însă două sute de mile însemnau zile. Se puteau face averi ridicând un pod peste acea distanţă. Pentru speculatori, un telegraf privat ar fi fost la fel de util ca o maşină a timpului. Familia de bancheri Rothschild folosea porumbei drept curieri poştali şi, mai sigur, o mică flotă de vase care să transporte mesageri peste Canalul Mânecii. Odată descoperit, fenomenul informaţiei rapide de la distanţă a generat o cascadă de febrilitate. Pickering din Boston a făcut un calcul: “Dacă în prezent sunt avantaje esenţiale pentru afaceri în a obţine informaţii de la New York în două zile sau mai puţin, sau cu o rată de opt sau zece mile pe oră, oricine

poate sesiza că poate fi un profit proporţional, atunci când putem transmite aceeaşi informaţie la acea distanţă prin telegraf cu o rată de patru mile pe minut sau în decursul unei singure ore, de la New York la Boston”.31 Interesul guvernelor de a primi rapoarte militare şi de a-şi exercita autoritatea era depăşit de dorinţele capitaliştilor şi ale ziarelor, căilor ferate şi companiilor navale. Şi totuşi, în vastitatea Statelor Unite, nici măcar presiunea comerţului nu era suficientă pentru a face din telegrafia optică o realitate. Un singur prototip a reuşit să lege două oraşe: New York şi Philadelphia, în 1840. Aceasta transmitea valorile bursei şi apoi numerele de loterie, după care a devenit o relicvă.

Toţi inventatorii potenţiali ai telegrafului electric - şi erau destui - au lucrat cu aceeaşi trusă de scule. Ei aveau sârmele lor şi ace magnetice. Aveau baterii: celule galvanice, legate între ele, ce produceau electricitate prin reacţia unor lamele metalice scufundate în băi de acid. Nu aveau lumini. Nu aveau motoare. Aveau tot felul de mecanisme pe care le puteau construi din lemn şi alamă: ace, şuruburi, roţi, arcuri şi pârghii. In sfârşit, aveau scopul comun spre care ţinteau cu toţii: literele alfabetului. (Edward Davy a crezut că era necesar să explice, în 1836, cum şi de ce literele ar fi fost suficiente: “O singură literă poate fi indicată de fiecare dată, fiecare literă fiind preluată de către receptor atunci când soseşte, astfel încât să se formeze cuvinte şi propoziţii; dar este uşor de văzut că, din infinitele schimbări ale unui număr de litere, se poate transmite un mare număr de comunicări obişnuite”.)32 Pe lângă acest inventar comun, la Viena, Paris, Londra, Göttingen, Sankt Petersburg şi în Statele Unite, aceşti pionieri împărtăşeau un sentiment de febrilitate competitivă în domeniul lor, dar niciunul nu ştia cu claritate ce făceau ceilalţi. Nu se puteau ţine la curent cu ştiinţele relevante; progrese esenţiale în ştiinţa electricităţii au rămas necunoscute oamenilor care aveau cea mai mare

nevoie de ele. Fiecare inventator se căznea să înţeleagă ce se întâmpla cu acel curent curgând prin sârme de diferite lungimi şi grosimi şi au continuat să se chinuie timp de peste un deceniu după ce Georg Ohm, din Germania, a pus la punct o teorie matematică precisă a curentului, voltajului şi rezistenţei. Astfel de noutăţi călătoreau lent.

Acesta era contextul în care Samuel Morse şi Alfred Vail, din Statele Unite, şi, în Anglia, William Cooke şi Charles Wheatstone au făcut din telegraful electric o realitate şi o afacere. într-un fel sau altul, cu toţii au pretins ulterior că ar fi "inventat" telegraful, deşi niciunul nu o făcuse - cu siguranţă nu Morse. Parteneriatele lor erau destinate să se încheie cu brutale, turbulente şi înverşunate dispute în privinţa patentelor, în care s-au amestecat majoritatea savanţilor proeminenţi în domeniul electricităţii de pe două continente. Traseul invenţiei, trecând prin atât de multe ţări, a fost precar înregistrat şi încă mai prost comunicat.

In Anglia, Cooke era un tânăr întreprinzător - a văzut un prototip de telegraf cu ac pe când călătorise la Heidelberg -, iar Wheatstone era un fizician de la King's College din Londra, cu care Cooke a stabilit un parteneriat în 1837. Wheatstone făcuse experimente legate de viteza sunetului şi a electricităţii şi, încă o dată, problema reală era conectarea fizicii cu limbajul. Ei l-au consultat pe Michael Faraday, autoritatea Angliei în materie de electricitate, şi pe Peter Roget, autorul unui *Tratat despre electro-magnetism*, precum şi al unui sistem de clasificare verbală, pe care l-a numit *Thesaurus*. Telegraful Cooke-Wheatstone a trecut printr-o serie de prototipuri. Unul folosea şase fire ca să formeze trei circuite, fiecare controlând un ac magnetic. "Am realizat fiecare permutare posibilă şi combinaţie practică a semnalelor date de cele trei ace şi am obţinut astfel un alfabet de douăzeci şi şase de semnale"33, nota Cooke, întrucâtva obscur. Mai era, de asemenea, şi o alarmă, pentru cazul în care atenţia operatorului se abătea de la aparat; Cooke a spus că fusese inspirat de unicul

dispozitiv mecanic pe care îl cunoştea bine: o cutie muzicală de tabac pentru prizat. In următoarea versiune, o pereche sincronizată de cadrane de ceas rotative afişau literele alfabetului printr-o fantă. Şi mai ingenios, şi la fel de bizar, era un proiect cu cinci ace: douăzeci de litere erau aranjate pe o grilă de forma unui romb şi un operator, apăsând pe nişte butoane numerotate, făcea ca două dintre cele cinci ace să indice, fiecare, litera dorită. Acest telegraf Cooke-Wheatstone a reuşit să se descurce fără C, J, Q, *U*, *X* şi Z. Competitorul lor american, Vail, a descris ulterior operaţia după cum urmează:

Presupuneţi că mesajul de trimis de la staţia Paddington la staţia Slough este acesta: “Am întâlnit inamicul şi sunt în mâinile noastre” Operatorul din Paddington apasă pe butoanele 11 şi 18, pentru a semnaliza pe cadranul de la Slough litera W. Acesta îl scrie sau îl strigă altuia, care îl notează, fiind nevoie, conform unui calcul efectuat recent, de cel puţin două secunde pentru fiecare semnal.34

Vail considera sistemul ineficient. Poziţia în care se afla îi permitea să fie pretenţios.

Cât despre Samuel Finley Breese Morse, amintirile sale de mai târziu au apărut în contextul controversei - ceea ce fiul său a numit “bătălia verbală angajată în lumea ştiinţifică în legătură cu problema priorităţii, a descoperirii sau invenţiei exclusive, a îndatorării faţă de alţii şi cea a plagiatului conştient sau inconştient”.35 Toate acestea au fost alimentate de eşecurile în materie de comunicare şi înregistrare documentară. Educat la Yale College, fiul unui preot din Massachusetts, Morse era un artist, nu un savant. In anii 1820 şi 1830, şi-a petrecut mare parte din timp călătorind în Anglia, Franţa, Elveţia şi Italia ca să studieze pictura. Intr-una dintre aceste călătorii, a auzit despre telegrafia electrică sau, în termenii din memoriile sale, avusese această subită intuiţie: “ca o străfulgerare a fluidului subtil pe care ulterior l-a făcut să-l servească”, după cum s-a exprimat fiul său. Morse i-a spus unui prieten

cu care împărţea camera la Paris: “Poşta din ţara noastră este prea lentă; acest telegraf francez este mai bun şi ar fi încă şi mai bun în atmosfera noastră senină decât aici, unde jumătate din timp ceaţa acoperă cerul. Insă tot nu ar fi destul de rapid - fulgerul ne-ar servi mai bine”.36 După cum şi-a descris epifania, a fost o intuiţie nu despre fulger, ci despre semne: “Nu ar fi dificil de construit un *sistem de semne* prin care informaţiile să poată fi transmise instantaneu”.37

Scriere telegrafică a primului aparat al lui Morse

Morse a avut o mare inspiraţie, din care a decurs tot restul. Neştiind nimic despre biluţe, bule sau hârtia de turnesol, el a văzut că un semn ar “Clapa” telegrafică a lui Alfred Vail putea fi făcut din ceva

mai simplu, mai fundamental şi mai puţin tangibil - cel mai minimal eveniment, închiderea şi deschiderea unui circuit. Nu contează acele. Curentul electric curgea şi era întrerupt, iar întreruperile puteau fi organizate să creeze sens. Ideea era simplă, însă primele dispozitive ale lui Morse erau complicate, folosind penduluri, creioane, benzi de hârtie, tamburi şi manivele. Vail, un maşinist experimentat, a întrerupt totul. Pentru capătul expeditor, Vail a conceput ceea ce a devenit o piesă emblematică de interfaţă pentru utilizator: o simplă pârghie cu arc, cu care un operator putea să dirijeze circuitul cu atingerea unui deget. Mai întâi, el a numit această pârghie “corespondent”; apoi doar “key” - clapă sau tastă. Simplitatea ei a făcut-o să fie cu cel puţin un ordin de mărime mai rapidă decât butoanele şi

manivelele utilizate de către Wheatstone şi Cooke. Cu tasta telegrafică, un operator putea să trimită semnale - care erau, în fond, simple întreruperi ale curentului - cu o rată de sute pe minut.

Prin urmare, la un capăt aveau o pârghie, pentru închiderea şi deschiderea circuitului, iar la celălalt capăt curentul comanda un electromagnet. Unul dintre ei, probabil Vail, s-a gândit să le pună pe cele două laolaltă. Magnetul putea să comande pârghia. Această combinaţie (inventată mai mult sau mai puţin simultan de către Joseph Henry de la Princeton şi Edward Davy din Anglia) a fost numită “releu” - schimb, de la cuvântul pentru un cal odihnit care înlocuia unul epuizat. Ea a înlăturat cel mai mare obstacol ce stătea în calea telegrafiei electrice la mare distanţă: slăbirea curentului pe măsură ce trecea prin sârme foarte lungi. Un curent slab încă putea să acţioneze un releu, care pornea un nou circuit, alimentat de la o baterie nouă. Releul avea un potenţial mai mare decât şi-au dat seama inventatorii săi. Pe lângă faptul că lăsa un semnal să se propage, un releu putea să inverseze semnalul. Şi releele puteau să combine semnale din mai multe surse. Dar asta era pentru mai târziu.

Punctul de cotitură a sosit în 1844, atât în Anglia, cât şi în Statele Unite. Cooke şi Wheatstone au deschis prima lor linie de-a lungul căii ferate ce pornea de la Paddington Station. Morse şi Vail aveau şi ei linia lor de la Washington până la staţia de cale ferată Pratt Street din Baltimore, din sârme învelite cu aţă şi smoală, atârnate pe stâlpi din lemn de şase metri înălţime. Traficul de comunicaţii era lejer la început, dar Morse putea să raporteze cu mândrie Congresului că un instrument putea să transmită treizeci de caractere pe minut şi că liniile “nu au fost tulburate de nimeni, din zburdălnicie sau proastă dispoziţie”. De la început, conţinutul comunicatelor a fost divergent - de-a dreptul comic - faţă de mesajele marţiale şi oficiale familiare telegrafiştilor francezi. în Anglia, primele mesaje

consemnate în caietul telegrafic de la Paddington se refereau la bagaje pierdute şi tranzacţii de retail. “Trimite un mesager la domnul Harris, Dukestreet, Manchester-square, şi cere-i să trimită 3 kg de momeală albă şi 2 kg de câmaţi cu trenul de 5.30 domnului Finch din Windsor; trebuie să fie expediate cu trenul de 5.30 sau de loc.”38 De Anul Nou, superintendentul de la Paddington i-a trimis salutări corespondentului său din Slough şi a primit răspunsul că urarea fusese trimisă cu o jumătate de minut prea devreme; miezul nopţii încă nu venise acolo.39 In acea dimineaţă, un spiţer din Slough, pe nume John Tawell, şi-a otrăvit amanta, Sarah Hart, şi a fugit să prindă trenul de la Paddington. Un mesaj telegrafic i-a luat-o înainte cu descrierea sa (“îmbrăcăminte de kwaker[36], cu un palton cafeniu pe deasupra” - nu exista litera Q în sistemul englez); a fost prins la Londra şi spânzurat în martie. Drama a umplut ziarele luni de-a rândul. S-a spus pe urmă despre sârmele de telegraf că “ele sunt frânghiile cu care a fost spânzurat John Tawell”.40 In aprilie, un oarecare căpitan Kennedy, de la terminalul din South-Western Railway, a jucat o partidă de şah cu domnul Staunton, aflat la Gosport; s-a relatat că “în transmiterea mutărilor, electricitatea a parcurs înainte şi înapoi, în timpul jocului, 10 000 de mile”.41 Şi ziarelor le-a plăcut această poveste - şi, din ce în ce mai mult, au preţuit orice istorie ce dezvăluia minunile telegrafului electric.

Atunci când întreprinderile engleze şi americane şi-au deschis porţile către marele public, nu era nici pe departe clar cine, în afară de poliţie şi ocazionali jucători de şah, s-ar aşeza la coadă să plătească tariful. La Washington, unde preţurile începeau de la un sfert de cent pe literă, încasările totale în primele trei luni au fost de sub două sute de dolari. în anul următor, când s-a deschis o linie Morse între New

36 Scrierea corectă este quaker - denumirea unui cult neoprotestant, născut în Anglia în secolul al XVII-lea; cele mai puternice comunități de adepți s-au stabilit în Statul Utah, din S.U.A. (n.t.).

York şi Philadelphia, traficul a crescut un pic mai repede. “în vreme ce dumneavoastră consideraţi că afacerea este extrem de slabă şi că încă nu avem încrederea publicului”, scria un reprezentant al companiei, “veţi vedea că suntem cu toţii mulţumiți de rezultatele de până acum”.42 El anticipa că încasările vor creşte în curând la cincizeci de dolari pe zi. Reporterii de la ziare s-au prins şi ei în horă. In toamna lui 1846, Alexander Jones a trimis prima sa relatare pe fir de la New York City la Washington Union: o relatare privind lansarea la apă a vasului USS *Albany* în docurile de la Brooklyn Navy Yard.43 In Anglia, un jurnalist de la *The Morning Chronicle* descrie emoţia primirii primului său reportaj trimis printr-o linie de telegraf Cooke-Wheatstone, prima livrare de informaţii printr-o subită tresărire a acului nemişcat şi sunetul strident al alarmei. Priveam vrăjiţi faţa taciturnă a prietenului nostru, cadranul mistic, şi notam cu repeziciune în carnetele noastre afirmaţiile lui venite de la vreo nouăzeci de mile depărtare.44

Era ceva contagios. Unii erau îngrijoraţi că telegraful avea să însemne moartea ziarelor, până atunci “purtătorul rapid şi indispensabil de informaţii comerciale, politice sau de altă natură”, după cum s-a exprimat un jurnalist american.

în acest scop, ziarele vor deveni cu totul inutile. Anticipate în toate privinţele de aripile sclipitoare ale telegrafului, ele se mai pot ocupa numai de chestiuni locale sau de speculaţii abstracte. Puterea lor de a face senzaţie, chiar şi în campaniile electorale, va fi considerabil slăbită - întrucât infailibilul telegraf le va contrazice falsificările la fel de repede pe cât pot ele să le publice.45

Neînfricoşate, ziarele abia aşteptau să pună tehnologia la lucru. Editorii au descoperit că orice ştire părea mai urgentă şi mai aţâţătoare cu eticheta “comunicat prin telegraful electric”. In pofida costurilor - la început, de regulă, cincizeci de cenţi pentru zece cuvinte -, ziarele au devenit cei mai entuziaşti clienţi ai serviciilor telegrafice. In câţiva ani, 120 de ziare din provincie primeau în fiecare noapte

rapoarte de la Parlament. Buletine de ştiri privind Războiul Crimeii se răspândeau de la Londra spre Liverpool, York, Manchester, Leeds, Bristol, Birmingham şi Hull. “Mai iute decât poate zbura o rachetă, ca o rachetă explodează şi este purtată mai departe pe firele ramificate într-o duzină de oraşe învecinate”, nota un jurnalist. El vedea şi unele pericole, totuşi: “Informaţia, astfel culeasă şi transmisă în mare grabă, are şi neajunsurile ei şi nu este la fel de credibilă pe cât sunt ştirile care pornesc mai târziu şi călătoresc mai încet”.46 Relaţia dintre telegraf şi ziare era una simbiotică. Bucle de feedback pozitiv amplificau efectul. Deoarece telegraful era o tehnologie a informaţiei, servea drept agent al propriei sale ascensiuni.

Expansiunea globală a telegrafului a continuat să-i surprindă chiar şi pe susţinătorii săi. Când s-a deschis primul oficiu telegrafic din New York City de pe Wall Street, cea mai mare problemă a sa era râul Hudson. Sistemul Morse avea o linie de şaizeci de mile în sus pe partea estică, până ce ajungea într-un punct destul de îngust pentru a se întinde un fir peste apă. In câţiva ani, totuşi, un cablu izolat a fost instalat pe sub apele golfului. Peste Canalul Mânecii, un cablu submarin în lungime de douăzeci şi cinci de mile făcea legătura între Dover şi Calais în 1851. Curând după aceea, o autoritate informată avertiza: “Orice idee de legătură între Europa şi America, prin linii directe peste Atlantic, este cu totul impracticabilă şi absurdă”.47 Asta era în 1852; imposibilul a fost realizat în 1858, moment în care regina Victoria şi preşedintele Buchanan au făcut schimb de amabilităţi şi *The New York Times* anunţa “un rezultat atât de practic, şi totuşi de neconceput...atât de plin de prognoze optimiste pentru viitorul omenirii..una dintre grandioasele borne pe drumul înainte şi în sus al intelectului omenesc”. Care era esenţa realizării? “Transmiterea gândului, impulsul vital al materiei.”48 Febrilitatea era globală, dar efectele erau locale. Brigăzile de pompieri şi secţiile de poliţie şi-au conectat

comunicaţiile. Comercianţi mândri îşi făceau reclamă cu faptul că puteau să preia comenzi telegrafice.

Informaţii care cu numai doi ani în urmă ar fi avut nevoie de zile ca să ajungă la destinaţie puteau acum să sosească acolo - oriunde - în câteva secunde. Aceasta nu era o dublare sau o triplare a vitezei; era un salt peste multe ordine de mărime. Era ca explozia unui baraj a cărui prezenţă nu fusese nici măcar bănuită. Consecinţele sociale nu puteau fi anticipate, dar unele au fost remarcate şi apreciate aproape imediat. Simţul vremii a început să se schimbe - vremea fiind o generalizare, o abstracţie. Buletine meteorologice simple au început să străbată firele pe socoteala speculatorilor de pe piaţa de porumb: *Derby*, *foarte urât*; *York*, *frumos*; *Leeds*, *frumos*; *Nottingham*, *fără ploi dar urât şi frig*.*49* însăşi ideea de "buletin meteorologic" era nouă. Ea solicita o oarecare aproximare de cunoştinţe imediate despre un loc îndepărtat. Telegraful i-a făcut pe oameni capabili să gândească vremea ca pe o chestiune de largă răspândire şi interconectată, mai degrabă decât ca pe o varietate de surprize locale. "Fenomenele atmosferice, misterele meteoriţilor, cauza şi efectul combinaţiilor cereşti nu mai ţin de superstiţie sau de panica agricultorului, a marinarului sau a ciobanului", nota un comentator entuziast în 1848:

Telegraful intră să-i spună, pentru nevoile şi grijile sale de zi cu zi, nu numai că "vreme frumoasă vine dinspre nord", dar firul electric îi poate spune într-o clipă cum e vremea simultan în toate colţurile insulei noastre..în acest fel, telegraful poate fi făcut un vast barometru naţional, electricitatea devenind slujnica pieţei.50

Aceasta era o idee transformatoare. în 1854, guvernul a înfiinţat un Birou Meteorologic în cadrul Consiliului Comerţului. Şeful departamentului, amiralul Robert FitzRoy, fost căpitan al navei HMS *Beagle*, s-a mutat într-un birou de pe King Street, l-a mobilat cu baromètre, aneroide şi ochelari de furtună şi a distribuit observatori echipaţi cu

aceleaşi instrumente prin porturile de jur împrejurul coastelor britanice. Aceştia telegrafiau rapoartele lor privind norii şi vântul de două ori pe zi. FitzRoy a început să emită predicţii ale vremii, pe care le-a botezat “prognoze” şi, în 1860, *The Times* a început să le publice zilnic. Meteorologii au început să înţeleagă faptul că, privite la scară mare, vânturile erau circulare sau, cel puţin, “foarte curbate”

Cele mai fundamentale concepte erau în joc drept consecinţă a comunicării instantanee între puncte aflate la mari distanţe. Observatorii culturali au început să spună că telegraful “anihila” timpul şi spaţiul. El “ne face capabili să trimitem, prin intermediul misteriosului fluid, comunicări cu iuţeala gândului şi să anihilăm deopotrivă timpul şi spaţiul”, anunţa în 1860 un reprezentant al telegrafului american.51 Era o exagerare care curând a devenit un clişeu. Telegraful părea să vicieze ori să scurteze timpul într-un sens particular: timpul ca obstacol sau piedică a interacţiunii umane. “In vederea tuturor scopurilor practice”, anunţa un ziar, “timpul, în tranzit, poate fi privit ca fiind pe de-a-ntregul eliminat”.52 La fel şi în cazul spaţiului. “Distanţa şi timpul s-au modificat atât de mult în imaginaţia noastră”, spunea Josiah Latimer Clark, un inginer englez de telegrafie, “încât globul a fost practic redus ca mărime şi nu poate încăpea îndoială că viziunea noastră

* HMS, acronim pentru *Her Majesty Ship* - “Nava Maiestăţii Sale”; HMS *Beagle* este vasul pe care Charles Darwin a făcut celebra sa călătorie de studiu al unor fenomene variate, biologice şi geologice, din diferite părţi ale lumii, observaţiile sale din acest lung voiaj stând la baza unor idei revoluţionare, care au culminat cu teoria evoluţionistă, expusă în 1859, când a fost publicată lucrarea sa fundamentală, *Originea speciilor* (*n.t.*).

despre dimensiunile sale este cu totul diferită faţă de cea a strămoşilor noştri”.53

înainte, orice timp era local: atunci când soarele era cel mai sus pe cer, era amiaza. Numai un vizionar (sau un

astronom) ar fi ştiut că oamenii din locuri diferite trăiau după un ceas diferit. Acum, timpul putea să fie ori local, ori standard, iar distincţia îi deruta pe cei mai multi oameni. Căile ferate solicitau timpul standard şi telegraful a făcut să fie realizabil. A fost nevoie de decenii până când timpul standard s-a impus; procesul putea doar să înceapă în anii 1840, când astronomul regal a montat fire de la Observatorul din Greenwich până la Electric Telegraph Company din Lothbury, intenţionând să sincronizeze ceasurile naţiunii. înainte, ultimul nivel în tehnologia semnalării timpului era o bilă aruncată de pe un catarg aflat pe domul Observatorului. Când locuri îndepărtate au fost coordonate în timp, s-au putut măsura în sfârşit longitudinile lor cu precizie. Cheia măsurării longitudinii era cunoaşterea timpului din altă parte şi a distanţei până în acel loc. Navele transportau, prin urmare, ceasuri, conservând timpul în capsule mecanice imperfecte. Locotenentul Charles Wilkes, de pe U. S. Exploring Expedition, a utilizat prima linie Morse în 1844 ca să localizeze Battle Monument din Baltimore la 1 minut, 34,868 secunde est de Capitoliul din Washington.54

Departe de a anihila timpul, sincronicitatea i-a lărgit dominaţia. însăşi ideea de sincronicitate şi conştiinţa faptului că ideea era nouă făceau capetele să se învârtă. *The New York Herald* declara:

Telegraful profesorului Morse nu este numai o eră în transmiterea de informaţii, dar a născut în minte o întreagă nouă clasă de idei, o nouă specie de conştiinţă. Niciodată înainte nimeni nu era conştient de faptul că ştia cu certitudine ce evenimente aveau loc în acel moment într-un oraş îndepărtat - aflat la 40,100 sau 500 de mile distanţă.

Imaginaţi-vă, continua încântat acest scriitor, că *acum* este ora 11. Telegraful transmite ceea ce un legiuitor spune *acum* la Washington.

Nu e nevoie de puţin efort intelectual ca să-ţi dai seama că acesta este un fapt care se petrece *acum* şi nu unul care s-a *petrecut*.*55*

Acesta este un fapt care se petrece *acum*.

Istoria şi facerea istoriei s-au schimbat, la rândul lor. Telegraful a provocat conservarea în mari cantităţi a unor detalii precise privind viaţa de toate zilele. O vreme, până când a devenit nepractic, companiile de telegraf au încercat să păstreze evidenţa tuturor mesajelor. Era o stocare de informaţii fără precedent. “închipuiţi-vă un viitor Macauley scotocind printre aceste date şi zugrăvind, pe baza lor, trăsăturile tipice ale vieţii sociale şi comerciale din Anglia secolului al XIX-lea”, cugeta un eseist. “Ce nu se va putea extrage cândva în secolul XXI dintr-o arhivă a corespondenţei unui întreg popor?”56 In 1845, după un an de experienţă cu linia dintre Washington şi Baltimore, Alfred Vail a încercat un catalog cu tot ceea telegraful transmisese până în acel moment. “Multe informaţii importante”, a scris el, constând din mesaje către şi de la comercianţi, membri ai Congresului, reprezentanţi ai guvernului, bănci, brokeri, ofiţeri de poliţie; părţi care, prin convenţie, s-au întâlnit la cele două staţii ori au fost chemate de către una din părţi; ştiri, rezultate electorale, anunţuri mortuare, investigaţii medicale ale unor familii sau indivizi, lucrările zilnice ale Senatului şi Camerei Reprezentanţilor, comenzi de bunuri, localizări de nave, evoluţia unor cazuri în diferite tribunale, citări de martori, mesaje în legătură cu trenurile speciale şi expres, invitaţii, încasarea de bani la o staţie şi plata lor la cealaltă, pentru persoane ce solicitau transferul de fonduri de la debitori, consultaţii medicale,57

Aceste categorii diverse nu mai fuseseră niciodată agregate sub acelaşi titlu tematic. Telegraful le-a dăruit un element comun. în cererile de acordare de patente şi în acordurile legale, de asemenea, inventatorii aveau motive să gândească problematica lor în termeni cât se poate de largi: de exemplu, trimiterea, printarea, ştampilarea şi orice

alt aspect al transmiterii de semnale, sunetul alarmelor sau comunicarea de informaţii.58

In acel timp de schimbare conceptuală, erau necesare nişte reajustări mentale pentru a se înţelege telegraful însuşi. Confuzia inspira anecdote, care adeseori au atribuit noi semnificaţii bizare unor termeni familiari: cuvinte nevinovate precum *a trimite* şi unele cu o încărcătură bogată, precum *mesaj*. E cazul femeii care a venit cu o farfurie de varză acră la oficiul telegrafic din Karlsruhe pentru a-i fi "trimisă" fiului său din Rastatt. Ea auzise de nişte soldaţi "trimişi" pe front prin telegraf. A mai fost bărbatul care a venit cu un "mesaj" la oficiul telegrafic din Bangor, Maine. Operatorul a manipulat clapa telegrafului, după care a agăţat hârtia într-un cârlig. Clientul s-a plâns de faptul că mesajul nu fusese trimis, deoarece încă putea să-l vadă agăţat în cârlig. Pentru *Harper's New Monthly Magazine*, care a relatat întâmplarea în 1873, ideea era că până şi oamenii "inteligenţi şi bine informaţi" continuau să considere enigmatice aceste chestiuni:

Dificultatea formării unei concepţii clare asupra subiectului este sporită de faptul că, în timp ce trebuie să avem de-a face cu realităţi noi şi ciudate, trebuie, de asemenea, să folosim cuvinte vechi cu sensuri noi şi contradictorii.59

Un mesaj păruse a fi un obiect fizic. A fost întotdeauna o iluzie; acum era nevoie ca oamenii să despartă concepţia lor asupra mesajului de hârtia pe care era scris. Savanţii, explica *Harper's*, vor spune că, de fapt, curentul electric "*poartă* un mesaj", dar nu trebuie să ne imaginăm că este transportat un *lucru* sau ceva sensibil. Există numai "acţiunea şi reacţiunea unei forţe imponderabile şi alcătuirea, prin intermediul său, de semnale inteligibile trimise la distanţă". Nu-i de mirare că oamenii erau derutaţi. "Lumea trebuie, poate pentru mult timp de-acum încolo, să utilizeze în continuare un astfel de limbaj."

Peisajul fizic s-a schimbat şi el. Fire pretutindeni alcătuiau o bizară ornamentaţie, pe străzile oraşelor şi pe drumurile

de ţară. “Companiile telegrafice s-au luat la întrecere să pună stăpânire pe aerul de deasupra capetelor noastre”, scria un jurnalist englez, Andrew Wynter. “Uitându-ne pe sus, nu putem evita să vedem fie cabluri groase, atârnate cu fire diafane, fie un număr imens de linii paralele de fire zburând din post în post, prinse pe acoperişuri şi suspendate pe distanţe lungi.”60 O vreme, nu s-au pierdut în fundal. Lumea se uita la sârme şi se gândea la încărcătura lor invizibilă. “Ei acordează un instrument pe cer”, spunea Robert Frost, “prin care vorbe ciocănite sau rostite / Fugi-vor tot atât de-ncet şoptit precum un gând”.61

Firele nu semănau cu nimic din arhitectură şi nici din natură. Scriitorii în căutare de asemănări s-au gândit la păienjeni şi la pânzele lor. S-au gândit la labirinturi. Şi încă un cuvânt părea să se potrivească: pământul era acoperit, spunea lumea, de o *reţea* de fier.[37] “O reţea de nervi din sârmă de fier, încordaţi de fulgere, se vor ramifica de la creier, New York, spre îndepărtate mădulare şi membre”62, spunea *New York Tribune*. “întreaga reţea de fire”, scria *Harper's*, “toate fremătând de la un capăt la altul de semnale ale inteligenţei omeneşti”.63

Wynter a emis o predicţie. “Nu e departe vremea”, a scris el, “când oricine va putea vorbi cu oricine fără să iasă din casă”.64 El înţelegea “vorbirea” în sens metaforic.

în mai multe privinţe, folosirea telegrafului însemna scriere codificată.

La început, sistemului Morse cu puncte şi liniuţe nu i s-a spus cod. I s-a spus simplu alfabet: de regulă “alfabetul telegrafic Morse”. El nu reprezenta sunete, ci semne. Sistemul Morse a luat alfabetul ca punct de pornire şi l-a potenţat, prin substituţie, înlocuind semnele cu noi semne.

37 în original, net-work - joc de cuvinte intraductibil; net înseamnă „plasă", iar work, termen cu foarte multe semnificații în limba engleză, are aici sensul de „lucrătură", „împletire"; ad litteram, net-work ar însemna „împletire de plasă"; contopite, cele două cuvinte formează termenul modern network = rețea (n.t.).

Era un metaalfabet, odată înlăturat celălalt alfabet. Acest proces - transferul de semnificaţie de la un nivel simbolic la altul - avea deja un loc în matematică. Intr-un anume sens, era chiar esenţa matematicii. Acum a devenit o componentă familiară a trusei de scule omeneşti. Pe de-a-ntregul datorită telegrafului, pe la sfârşitul secolului al XIX-lea, lumea s-a obişnuit cu ideea de coduri: semne utilizate pentru alte semne, cuvinte utilizate pentru alte cuvinte. Mişcarea de la un nivel simbolic la altul s-ar putea numi *codificare*.

Două motivaţii s-au potrivit ca o mănuşă pe mână: caracterul privat şi scurtimea. Mesajele scurte economiseau bani - asta era simplu. Acest impuls era atât de puternic, încât stilul prozei engleze a părut să-i simtă curând efectele. *Telegrafic* şi *telegrafistic* descriau noul mod de a scrie. Floricelele retorice costau prea mult şi unii le regretau. “Stilul telegrafic alungă toate formele de politeţe”, a scris Andrew Wynter:

“Pot să vă solicit a-mi face favoarea” înseamnă 6 dolari pe o distanţă de 50 de mile. Câte dintre aceste tandre adjective trebuie, prin urmare, să elimine implacabil biet omul nostru pentru a-şi aduce misiva la un preţ rezonabil? 65

Aproape imediat, reporterii au început să născocească metode de a transmite mai multă informaţie cu mai puţine cuvinte taxabile. “Am inventat devreme un sistem stenografie sau cifru”, se lăuda unul, “astfel aranjat încât veniturile din producţie, vânzările şi preţurile tuturor articolelor principale de panificaţie, alimente etc. puteau fi trimise zilnic de la Buffalo şi Albany în douăzeci de cuvinte, pentru ambele oraşe, care, atunci când erau scrise complet, ar fi făcut o sută de cuvinte sau mai mult”.66 Companiile telegrafice au încercat să riposteze, pe motivul că aceste coduri private jucau la cacealma cu sistemul, dar cifrurile au înflorit. Un sistem tipic atribuia întregi fraze unor cuvinte din dicţionar, organizându-le semantic şi alfabetic. De

exemplu, toate cuvintele care începeau cu B se refereau la piaţa de făină: baal = “tranzacţiile sunt mai mici decât ieri”; babble = “afacerile merg bine”; baby = “Western este stabil, cu cerere moderată la comerţul intern şi la export”; button = “piaţa calmă şi preţurile mai mici”. Era necesar, desigur, ca expeditorul şi receptorul să lucreze cu liste de cuvinte identice. Operatorilor telegrafişti mesajele codificate li se păreau nişte nonsensuri, ceea ce, în sine, se dovedea a fi o calitate suplimentară.

De îndată ce s-au gândit să trimită mesaje telegrafice, oamenii au fost preocupaţi de faptul că acestea erau expuse lumii - cel puţin operatorilor telegrafişti, străini nesiguri, care nu aveau cum să nu citească mesajele pe care le introduceau în aparatele lor. In comparaţie cu misivele scrise de mână, închise în plicuri şi sigilate cu ceară, întreaga afacere părea publică şi nesigură - mesajele trecând prin acele conducte misterioase, firele electrice. însuşi Vail a scris în 1847, “marele avantaj pe care îl posedă aceste telegraf în transmiterea mesajelor cu viteza fulgerului, anihilând timpul şi spaţiul, ar fi poate mult diminuat ca utilitate dacă nu se serveşte de aplicarea unui alfabet secret”. Existau, spunea el, “sisteme”-

prin care un mesaj poate să circule între doi corespondenţi, prin intermediul telegrafului şi, totuşi, conţinutul mesajului să rămână profund secret pentru toţi ceilalţi, inclusiv operatorii din staţiile telegrafice, prin mâinile cărora trebuie să treacă.67

Totul era foarte dificil. Telegraful servea nu numai ca un dispozitiv, ci şi ca *medium* - o stare de mijloc, intermediară. Mesajul trece prin acest medium. Distinct faţă de mesaj, trebuie avute în vedere şi conţinuturile acelui mesaj. Chiar şi atunci când mesajul trebuie să fie expus, conţinuturile pot fi ascunse. Vail a explicat ce înţelegea el prin *alfabet secret*: un alfabet ale cărui caractere fuseseră “transpuse şi in ter schimbate”.

Atunci, reprezentantul lui *a*, din alfabetul *permanent*, poate fi reprezentat de y, *c* sau *x* în alfabetul *secret*; şi tot aşa pentru fiecare dintre celelalte litere.

Astfel, “Firma G. Barlow & Co. a dat faliment” devine “Ejn stwz ys & qhwkyf p iy jhan shtknr”. Pentru situaţii mai puţin delicate, Vail propunea utilizarea versiunilor abreviate ale frazelor comune. în loc de “give my love to” el sugera “gmlt”. El a mai oferit câteva sugestii:

mhii My health is improving shf Stocks have fallen ymir Your message is received wmietg When may I expect the goods?

wyegfef Will you exchange gold for eastern funds?[38]

Toate aceste sisteme necesitau un aranjament prealabil între expeditor şi destinatar: mesajul trebuia să fie suplimentat sau alterat de cunoştinţele preexistente împărtăşite la ambele capete. Un depozitar convenabil al acestor cunoştinţe era o carte de coduri şi, atunci când s-a deschis pentru afaceri prima linie Morse, unul dintre investitorii şi promotorii săi principali, congresmanul de Maine Francis O. J. Smith, cunoscut drept Fog - *Ceaţă*, a realizat una: *Vocabularul de corespondenţă secretă*; *adaptat pentru utilizarea telegrafului electro-magnetic Morse*: *şi*, *de asemenea*, *în redactarea corespondenţei scrise*, *transmise prin poştă sau altcumva*. Nu era altceva decât o listă alfabetică numerotată de 56 000 de cuvinte englezeşti, începând cu *Aaronic* şi sfârşind cu *zygodactylous*, plus instrucţiuni. “Vom presupune că persoana care scrie şi persoana căreia i se scrie sunt, fiecare, în posesia unui exemplar din această carte”, explica Smith. “în loc să-şi trimită comunicările în cuvinte, ei trimit numai

38 give my love to - transmite dragostea mea lui; my health is improving- sănătatea mea e tot mai bună; stocks have fallen - valoarea acțiunilor a scăzut; your message is received - mesajul tău a fost primit; when may I expect the goods? - când pot să aștept marfa?; will you exchange gold for eastern funds? - vrei să schimbi aur pentru eastern funds? (n.t.).

numere sau parţial numere şi parţial cuvinte.” Pentru şi mai multă securitate, ei pot conveni dinainte să adauge ori să scadă un număr privat la alegerea lor sau diferite numere pentru cuvinte alternative. “Câteva substituţii convenţionale de acest gen”, promitea el, “vor face întregul limbaj literă moartă pentru oricine nu este la curent cu aranjamentul convenit”.68

Criptografii au avut o istorie misterioasă, secretele lor fiind păstrate în manuscrise clandestine, ca şi cele ale alchimiştilor. Acum, creatorii de coduri au ieşit la lumină, expuşi ca marfă comercială, inspirând imaginaţia populară. În deceniile următoare, multe alte scheme au fost născocite şi publicate. Erau de mărimi diferite, de la mici broşuri până la volume de sute de pagini, tipărite mărunt. La Londra a apărut lucrarea lui E. Erskine Scott, *Cod de trei litere pentru telegrafie condensată*, *pentru mesaje indescifrabile şi corespondenţă secretă*. Scott era actuar şi contabil şi, ca atât de multi alţii din afacerea cu coduri, un om evident mânat de o obsesie a datelor. Telegraful deschidea o lume de posibilităţi pentru astfel de oameni - creatori de cataloage şi clasificări, oameni de litere şi numerologi, combinatori de toate felurile. Capitolele lui Scott includeau nu numai un vocabular de cuvinte comune şi combinaţii de două cuvinte, ci şi denumiri geografice, nume de botez, numele tuturor acţiunilor cotate la bursa din Londra, toate zilele anului, toate regimentele din armata engleză, registre navale şi numele tuturor nobililor din regat. Organizarea şi numerotarea tuturor acestor date făceau posibilă, de asemenea, o formă de comprimare. Scurtarea mesajelor însemna o economie de bani. Clienţii au descoperit că simpla substituţie a cuvintelor cu numere era de mic ajutor sau de niciunul: costă la fel de mult să trimiţi “3747” ca şi “azotat”. Astfel încât cărţile de coduri au devenit cărţi de fraze. Obiectul lor era un fel de împachetare a mesajelor în capsule, impenetrabile pentru ochi hoţeşti şi potrivite

pentru o transmisie eficientă. Şi, desigur, la capătul destinatarului, pentru despachetare.

Un volum de mare succes din anii 1870 şi '80 a fost *A B C-ul Codului telegrafic electric de uz comercial universal*, conceput de către William Clauson-Thue. El făcea reclamă codului său pentru “financiari, comercianţi, armatori, brokeri, agenţi etc.” Avea ca motto: “Simplitate şi economie palpabilă, secret absolut”. Clauson-Thue, un alt obsedat de informaţii, a încercat să aranjeze întreaga limbă - sau cel puţin limbajul comercial - în fraze şi să organizeze frazele cu o parolă. Rezultatul este o realizare lexicografică bizară, o fereastră spre viaţa economică a unei naţiuni şi o comoară de nuanţe stranii şi lirism naiv. Pentru parola *panică* (căreia îi erau atribuite numerele 10054-10065), inventarul cuprinde:

O mare panică stăpâneşte în
Panica se potoleşte
Panica încă domneşte
Cea mai rea parte a panicii a trecut
Panica poate fi considerată a se fi sfârşit
Pentru *ploaie* (11310-11330):
Nu pot lucra din cauza ploii Ploaia a făcut mult bine
Ploaia a făcut multe daune
Ploaia toarnă acum cu găleata
Se aşteaptă în continuare să plouă Mare nevoie de ploaie Plouă din când în când
Precipitaţii totale
Pentru *epavă* (15388-15403)
A ridicat ancora şi a ajuns o epavă
Cred că este cel mai bine să se vândă epava aşa cum e
Se va da toată silinţa pentru salvarea epavei
Trebuie să fie cu totul o epavă
Autorităţile vamale au vândut epava
Consulul a angajat oameni să salveze epava.69

Lumea fiind plină de lucruri pe lângă cuvinte, el s-a aventurat, totodată, să atribuie numere unui număr cât mai

mare de nume proprii: nume de căi ferate, bănci, mine, mărfuri, nave, porturi şi acţiuni (britanice, coloniale şi străine).

Pe măsură ce reţelele telegrafice s-au răspândit pe sub oceane şi de-a curmezişul globului, iar tarifele internaţionale au ajuns la multi dolari pe cuvânt, cărţile de coduri au prosperat. Economia conta chiar mai mult decât secretul. Preţul transatlantic originar era în jur de o sută de dolari pentru un mesaj - un “cablu”, după cum era numit metonimic - de zece cuvinte. Pentru nu cu mult mai puţin, mesajele puteau călători între Anglia şi India, prin Turcia sau prin Persia şi Rusia. Pentru reducerea tarifului, samsari isteţi au pus la punct o practică numită *packing* - “împachetare”. Un packer urma să colecteze, să spunem, patru mesaje de câte cinci cuvinte fiecare şi să le expedieze într-o telegramă cu preţ fix de douăzeci de cuvinte. Cărţile de coduri au devenit mai mari sau mai mici. In 1885, W. H. Beer & Company din Covent Garden a publicat un popular *Cod telegrafic de buzunar*, la preţ de un penny, conţinând “peste 300 de telegrame de un cuvânt”, îngrijit ordonate în funcţie de subiect. Subiecte esenţiale erau “Pariuri” (“Până la ce sumă să te susţin la şansele actuale?”), “Cizmar” (“Aceste ghete nu se potrivesc, faceţi o comandă directă”), “Spălătoreasă” (“Vino la spălat astăzi”) şi “Vremea” - în legătură cu voiajele (“E mult prea urât să traversezi astăzi”). Se mai furniza o pagină albă pentru “Cod secret. (Notaţi în convenţie cu prietenii)”. Existau coduri specializate pentru căile ferate, iahturi şi meserii, de la farmacist până la ţesător de covoare. Cele mai grandioase şi scumpe cărţi de coduri se împrumutau pe gratis de la unii la alţii. “I s-a adus la cunoştinţă autorului că unele persoane au cumpărat un singur exemplar din *A B C-ul Codului telegrafic* pentru a le servi la compilarea codurilor proprii”, se plângea Clauson-Thue. “Autorul notifică faptul că o astfel de operaţie este o încălcare a Legii dreptului de autor, pasibilă să devină o chestiune de procedură legală

neplăcută.”70 Era o fanfaronadă. La răscrucea dintre secole, telegrafiştii din toată lumea, prin intermediul Conferinţei Telegrafice Internaţionale, întrunită la Berna şi Londra, sistematizaseră codurile de cuvinte în limbile engleză, olandeză, franceză, germană, italiană, latină, portugheză şi spaniolă. Cărţile de coduri au prosperat şi s-au răspândit în primele decenii ale secolului XX şi apoi au dispărut în obscuritate.

Cei care utilizau codurile telegrafice au descoperit, încetul cu încetul, un efect colateral neaşteptat al eficienţei şi scurtimii lor. Erau periculos de vulnerabile faţă de cele mai mici erori. Fiind lipsite de redundanţa naturală a prozei englezeşti - chiar şi de cea a precurtatei proze telegrafice -, aceste mesaje inteligent codificate puteau fi întrerupte de o greşeală a unui singur caracter. A unui singur punct, în această privinţă. De exemplu, pe 16 iunie 1887, un negustor de lână din Philadelphia, pe nume Frank Primrose, i-a telegrafiat agentului său din Kansas pentru a-i spune că tocmai *cumpărase* [bought] - prescurtat în codul convenit de ei prin *BAY* - 227 kg de lână. Când a sosit mesajul, parola a devenit *BUY* - cumpără. Agentul a început să cumpere lână şi, până la urmă, eroarea l-a costat pe Primrose 20 000 de dolari, în urma procesului pe care l-a intentat companiei Western Union Telegraph. Bătălia legală s-a tărăgănat vreme de şase ani, până când, în cele din urmă, Curtea Supremă a decis tipărirea clară pe reversul formularului telegrafic a unui text, ce stabilea o procedură de protecţie împotriva erorilor:

Pentru a se evita greşelile sau întârzierile, expeditorul mesajului va trebui să solicite repetarea transmiterii lui: aceasta înseamnă să fie telegrafiatînapoi către oficiul de origine pentru comparaţie. Compania menţionată nu va fi răspunzătoare de erori în cazul oricărui mesaj nerepetat şi, în niciun caz, pentru erorile din mesajele cifrate sau obscure.71

Compania de telegraf trebuia să tolereze cifrurile, dar nu să le şi agreeze. Curtea a decis în favoarea lui Primrose suma de 1,15 dolari, preţul expedierii telegramei.

Scrierea secretă era la fel de veche pe cât scrierea însăşi. La începuturile sale, scrierea era în sine secretă, cu excepţia câtorva. Pe măsură ce misterul a fost dezvăluit, oamenii au găsit noi modalităţi de a-şi păstra cuvintele rezervate şi enigmatice. Au rearanjat cuvintele în anagrame. Au inversat scrisul în oglindă. Au inventat cifruri.

în 1641, chiar la începutul Războiului Civil din Anglia, o cărticică anonimă cataloga numeroasele metode cunoscute în ceea ce ea numea "criptografie".72 Acestea includeau hârtie şi cerneală specială; suc de lămâie sau de ceapă, ou crud sau "suc distilat de licurici", care puteau să fie sau nu vizibile pe întuneric. Alternativ, scrisul putea fi făcut să devină obscur prin substituirea unor litere cu altele, prin inventarea de noi simboluri, scriind de la dreapta la stânga sau "transpoziţia fiecărei litere, într-o ordine neobişnuită, cum ar fi, să presupunem, că prima literă ar trebui să fie situată la ultimul capăt de rând, a doua la început sau ceva asemănător". Sau un mesaj putea fi scris în cruciş, pe două rânduri:

Teol iraelmsfms e spluoweutel hsudesral o tai hcţupys r emsyid

The Souldiers are allmost famished, *supply us or wee must yeild*. Soldaţii sunt aproape morţi de foame, trimiteţi provizii sau trebuie să ne predăm.

Prin transpoziţia şi substituirea literelor, romanii şi evreii au elaborat alte metode, mai complicate şi, prin aceasta, şi mai obscure.

Această cărticică se intitula *Mercur*: *sau Mesagerul secret şi iute*. *Arătând cum un om poate să-şi comunice în taină şi rapid gândurile unui prieten la orice distanţă*. In cele din urmă, autorul s-a dovedit a fi John Wilkins, vicar şi matematician, ulterior master la Trinity College şi fondator al Societăţii Regale. "Era un bărbat foarte inventiv şi avea

un cap foarte mecanic”, a spus un contemporan. “Unul cu multă şi adâncă gândire,.. . lubric, zdravăn crescut, bine făcut, cu umeri largi.”73 Era totodată şi minuţios. Dacă nu putea să menţioneze fiecare cifru încercat din timpuri străvechi, cu toate acestea el a inclus tot ceea ce putea fi cunoscut unui cărturar din Anglia secolului al XVII-lea. El a prezentat scrierea secretă atât ca pe un manual, cât şi ca pe un compendiu.

Pentru Wilkins problemele de criptografie erau apropiate de problema fundamentală a comunicării. El considera scrierea şi scrierea secretă ca fiind, în esenţă, identice. Lăsând la o parte secretivitatea, el a formulat problema astfel: “Cum poate un om să-şi prezinte intenţiile cu cea mai mare iuţeală şi viteză / sic / unuia care se află la mare distanţă de *el*”.*74* Prin *iuţeala* şi *viteză* el înţelegea, în 1641, ceva de natură filosofică: naşterea lui Isaac Newton avea să vină abia peste un an. “Nimic nu este (spunem noi) atât de iute ca gândul”, nota el. După gând, cea mai rapidă acţiune părea să fie vederea. In calitate de cleric, el făcea observaţia că cea mai iute mişcare dintre toate trebuie să aparţină îngerilor şi spiritelor. Doar dacă ar putea să trimită un înger pentru un comision, un om ar putea să facă afaceri la orice distanţă. Restul dintre noi, înţepeniți în corpuri organice, “nu-şi pot comunica gândurile atât de uşor şi atât de iute” Nu-i de mirare, a scris Wilkins, că îngerii sunt numiţi mesageri.

Ca matematician, el a privit problema dintr-un alt unghi. S-a apucat să determine cum un set limitat de simboluri - poate numai două, trei sau cinci - ar putea fi făcut să redea un alfabet întreg. Ele trebuie folosite în combinaţie. De exemplu, un set de cinci simboluri - a, b, c, d, e - folosite în perechi ar putea să înlocuiască un alfabet de douăzeci şi cinci de litere:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W	X	Y	Z	&
aa	ab	ac	ad	ae	ba	bb	bc	bd	be	ca	cb	cc	cd	ce	da	db	dc	dd	de	ea	eb	ec	ed	ee

“Potrivit acestora”, a scris Wilkins, “cuvintele *I am betrayed* - «sunt trădat» pot fi descrise astfel: *Bd aacb abaedddbaaecaead*”. Aşadar, chiar un mic set de simboluri poate fi aranjat să exprime complet orice mesaj. Cu toate acestea, cu un set redus de simboluri, un mesaj dat solicită un şir mai lung de caractere - “mai multă muncă şi timp”, a scris el. Wilkins nu a explicat că 25 = 52, nici că trei simboluri luate în terţete (aaa, aab, aac,...) produc douăzeci şi şapte de posibilităţi, deoarece

33 = 27. Dar evident că înţelegea matematica subiacentă. Ultimul său exemplu era un cod binar, deşi foarte incomod pentru exprimarea cuvintelor:

Două litere din alafabet fiind transpuse în cinci poziţii diferite, vor da treizeci şi două de diferenţe şi astfel vor sluji peste poate cele douăzeci şi patru de litere; la care pot fi astfel aplicate.

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
aaa	*aaa*	*aaa*	*aaa*	*aab*	*aab*	*aab*
aa	*ab*	*ba*	*bb*	*aa*	*ab*	*ba*
H	*I*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*
aab	*aba*	*aba*	*aba*	*aba*	*abb*	*abb*
bb	*aa*	*ab*	*ba*	*bb*	*aa*	*ab*
P	*Q*	*R*	*S*	*T*	*V*	*W*
abb	*abb*	*baa*	*baa*	*baa*	*baa*	*bab*
ba	*bb*	*aa*	*ab*	*ba*	*bb*	*aa*
X	Y	*Z*				
bab	*bab*	*bab*				
ab	*ba*	*bb*				

Două simboluri. In grupuri de câte cinci. “Produc treizeci şi două de diferenţe/'

Acel cuvânt, *diferenţe*, trebuie să-i fi şocat pe cititorii lui Wilkins (cât de puţini vor fi fost) ca o alegere bizară. Dar era deliberată şi plină de sens. Wilkins căuta o concepţie despre informaţie de forma cea mai pură, cea mai generală. Scrierea era numai un caz special: “Căci în general trebuie

să notăm că *orice este capabil de o diferenţă limpede*, *perceptibilă oricărui simţ*, *poate fi un mijloc suficient prin care să se exprime cugetările*”.*75* O diferenţă ar putea fi “două clopote de diferite note”; sau “orice obiect al vederii, fie flacără, fum etc.”; sau trompete, tunuri sau tobe. Orice diferenţă însemna alegere binară. Orice alegere binară începea să exprime cugetări. Aici, în acest tratat anonim şi tăinuit din 1641, ideea esenţială a teoriei informaţiei a străpuns suprafaţa gândirii omeneşti, şi-a văzut umbra şi a dispărut din nou pentru încă patru sute de ani.

Contribuţia diletanţilor este ceea ce istoricul criptografiei David Kahn numeşte era febrilă declanşată de apariţia telegrafului.76 Un nou interes public faţă de cifruri s-a născut tocmai atunci când subiectul înflorea în anumite cercuri intelectuale. Metodele antice de scriere secretă atrăgeau o categorie bizară de oameni, enigmişti şi jucători, cu înclinaţii matematice sau poetice. Ei analizau vechile metode de scriere secretă şi au inventat unele noi. Teoreticienii dezbăteau cine va avea câştig de cauză, cel mai bun autor de coduri sau cel mai bun spărgător de coduri. Marele popularizator american al criptografiei a fost Edgar Allan Poe. In povestirile sale fantastice şi în eseurile din reviste, el a familiarizat publicul cu vechea artă şi s-a lăudat cu propria îndemânare ca practicant al ei. “Cu greu ne putem imagina o vreme în care să nu fi existat o necesitate sau, cel puţin, o dorinţă”, a scris el în *Graham's Magazine* din 1841, “de a transmite informaţii de la un individ la altul, în aşa fel încât să scape înţelegerii generale”.77 Pentru Poe, crearea de coduri era mai mult decât un entuziasm istoric sau tehnic; era o obsesie. Ea reflecta sensul pe care îl dădea el modului nostru de a comunica noi înşine cu lumea. Creatorii de coduri şi scriitorii fac trafic cu aceleaşi bunuri. “Sufletul este un cifru, în sensul unui criptograf; şi cu cât criptograful este mai slab, cu atât înţelegerea este mai dificilă”78, a scris el.

Secretivitatea era în natura lui Poe; el prefera misterul transparenţei.

“Intercomunicarea secretă trebuie să fi existat aproape în acelaşi timp cu inventarea literelor”, declara el. Aceasta era pentru Poe o punte între ştiinţă şi ocultism, între mintea raţională şi savant. Analiza criptografiei - “o treabă serioasă, ca mijloc de împărtăşire a informaţiei” - necesita o formă specială de forţă mentală, o minte pătrunzătoare şi ar putea fi foarte bine predată în academii. A spus iar şi iar că “intră în joc o acţiune mentală aparte”. A publicat spre a-şi provoca cititorii o serie de cifre bazate pe substituţie.79

In acelaşi timp cu Poe, Jules Verne şi Honoré de Balzac au introdus, de asemenea, cifruri în operele lor de ficţiune. In 1868, Lewis Carroll avea un carton tipărit pe ambele feţe cu ceea ce el numea “cifrul telegrafic”, care utiliza un “alfabet-cheie” şi un “alfabet-mesaj”, de transpoziţionat în concordanţă cu un cuvânt secret convenit de către corespondenţi şi păstrat în memoria lor.80 Dar cel mai avansat criptoanalist din Anglia victoriană a fost Charles Babbage. Procesul de substituţie a simbolurilor, de traversare a nivelurilor de semnificaţie, stă aproape de miezul atât de multor probleme. Şi el era încântat de provocare. “Una dintre cele mai singulare caracteristici ale artei descifrării”, afirma el, “este convingerea fermă a fiecărei persoane, chiar moderat la curent cu ea, că este în stare să construiască un cifru pe care nimeni altcineva nu poate să-l descifreze. Am mai observat, de asemenea, că cu cât persoana este mai inteligentă, cu atât această convingere este mai puternică”.81 Avea şi el aceeaşi convingere despre sine, dar ulterior a trecut de partea spărgătorilor de coduri. Avea în plan o lucrare de autoritate cu titlul de *Filosofia descifrării*, dar nu a reuşit să o sfârşească. A rezolvat, printre altele, un cifru polialfabetic, cunoscut drept Vigenère, *le chiffre indéchiffrable*, socotit a fi cel mai sigur din Europa.82 Ca şi în alte lucrări ale sale, a aplicat metode algebrice, exprimând criptoanaliza în formă

de ecuaţii. Chiar şi aşa, a rămas un diletant şi a ştiut acest lucru.

Atunci când Babbage a atacat criptografia prin calcul, el utiliza acealeaşi instrumente pe care le explorase mai convenţional pe terenul lor, matematica, şi mai puţin convenţional în domeniul mecanismelor, unde a creat un simbolism pentru părţile mobile ale angrenajelor, pârghiilor şi comutatoarelor.

Dionysius Lardner spusese despre notaţia mecanică: “Odată ce diferitele componente ale maşinăriei au fost exprimate pe hârtie prin simboluri adecvate, examinatorul elimină cu totul din gândurile sale mecanismul însuşi şi urmăreşte numai simbolurile. un sistem aproape metafizic de semne abstracte, prin care mişcarea mâinii îndeplineşte funcţia gândirii”.83 Doi englezi mai tineri, Augustus De Morgan şi George Boole, au pus aceeaşi metodologie să lucreze pe un material şi mai abstract: propoziţiile logicii. De Morgan era prietenul lui Babbage şi tutorele Adei Byron, precum şi profesor la University College din Londra. Boole era fiul unui cizmar din Lincolshire şi al unei menajere dintr-o casă nobiliară şi a devenit, în anii 1840, profesor la Queen's College din Cork. In 1847, au publicat separat şi simultan cărţi care au devenit cele mai importante pietre de hotar în dezvoltarea logicii de după Aristotel: *Analiza matematică a logicii*, *fiind o încercare de calcul al raţionamentului deductiv*, de Boole, şi *Logica formală*: *sau Calculul inferenţei*, *necesare şi probabile*, a lui De Morgan. Fiind atât de ezoteric, subiectul stagnase vreme de secole.

De Morgan ştia mai multe despre tradiţiile scolastice ale subiectului, dar Boole era un matematician mai original şi mai liber în gândire. Prin poştă, ani de zile, ei au schimbat idei despre convertirea limbajului sau adevărului în simboluri algebrice. *X* putea să însemne “vacă” şi Y, “cal”. Aceea poate fi o vacă sau un membru al clasei tuturor vacilor. (Totuna?) în manieră algebrică, simbolurile trebuiau manipulate. *XY* putea fi “numele a orice este *atât X*, *cât şi*

Y”, în vreme ce *X*,*Y* însemna “numele a orice este ori *X*, ori Y”.84 Destul de simplu - dar limbajul nu este simplu şi complicaţiile se stivuiau una peste alta. “Acum unii Z nu sunt *X*, anume ZY”, a scris De Morgan undeva. “Dar ei sunt *nonexistenţi*. Poţi spune că *nonexistenţii* nu sunt *X*. Un cal nonexistent nu e nici măcar un cal; şi (*a fortiori*) nu o vacă.”85

A mai adăugat şăgalnic: “Nu-mi pierd speranţa de a te vedea că dai semnificaţie acestui nou gen de cantitate negativă”. Nu a pus scrisoarea la poştă şi nici nu a aruncat-o.

Boole şi-a gândit sistemul ca pe o matematică fără numere. “Este un simplu fapt”, a scris el, “că legile ultime ale logicii - singurele pe care se poate construi o ştiinţă a logicii - sunt matematice în forma şi expresia lor, deşi nu aparţin matematicii cantitative”.86 Singurele numere permise, a propus el, erau zero şi unu. Era totul sau nimic: “Interpretarea respectivă a simbolurilor O şi 1 în sistemul logicii sunt *nimic* şi *univers*”.*87* Până în acel moment, logica aparţinuse filosofiei. Boole solicita să o ia în posesie în numele matematicii. Făcând acest lucru, a conceput o nouă formă de codificare. Cartea lui de coduri împerechea două tipuri de simbolism, fiecare departe abstractizat faţă de lumea lucrurilor. Pe de o parte, era un set de caractere luate din formalismul matematicii: *p* şi *q*, + şi -, acolade şi paranteze. Pe de altă parte, erau operaţii, propoziţii, relaţii în mod obişnuit exprimate în vorbirea neclară şi schimbătoare a vieţii de toate zilele: cuvinte despre adevăr şi falsitate, apartenenţă la clase, premise şi concluzii. Erau “particule”: *dacă*, *sau*, *sau*. Acestea erau elementele crezului lui Boole:

Că limbajul este un instrument al raţiunii omeneşti şi nu doar un mediu pentru exprimarea gândirii.

Elementele din care este alcătuit întregul limbaj sunt semne sau simboluri.

Cuvintele sunt semne. Uneori se spune că ele reprezintă lucruri; uneori operaţiile prin care mintea combină laolaltă noţiunile simple ale lucrurilorîn concepţii complexe.

Cuvintele nu sunt singurele semne pe care suntem capabili să le utilizăm. Notaţii arbitrare, care vorbesc numai ochiului şi sunete sau acţiuni arbitrare, suntîn egală măsură de natura semnelor.88

Codificarea, conversiunea de la o modalitate la alta serveau unui scop. In cazul codului Morse, scopul era să se treacă limba vieţii cotidiene într-o formă adecvată pentru transmiterea aproape instantanee de-a lungul unor mile de sârme de cupru. In cazul logicii simbolice, noua formă era adecvată pentru manipulare prin calcul. Simbolurile erau ca nişte mici capsule, protejând delicata lor încărcătură de vântul şi ceaţa comunicării de toate zilele. Cât de mult mai sigur este să scrii:

1 - x = y(l - z) + z(l - y) + (1 - y) (1 - z)

faţă de propoziţia din limba reală pentru care, într-un exemplu tipic boolean, stătea această formulă:

Animalele spurcate sunt toate acelea cu copita despicată care nu rumegă, *toate cele care rumegă dar nu au copita despicată şi toate cele care nici nu au copita despicată*, *nici nu rumegă.89*

Nu în mică măsură, siguranţa venea din golirea de sens a cuvintelor. Semnele şi simbolurile nu erau doar nişte înlocuitori; erau operatori, precum angrenajele şi pârghiile dintr-o maşină. Limbajul este, la urma urmei, un instrument.

Acum era văzut clar ca un instrument cu două funcţii separate: exprimare şi gândire. Gândirea era prima sau aşa credea lumea. Pentru Boole, logica *era* gândire - finisată şi purificată. El a ales *Legile gândirii* drept titlu al capodoperei sale din 1854. Nu prin coincidenţă, telegrafiştii au simţit, de asemenea, că ei furnizau înţelegerea trimiterii de mesaje în interiorul creierului. “Un cuvânt este un instrument pentru gândire, înainte ca gânditorul să-l utilizeze drept semnal

pentru comunicarea gândului său", afirma un eseist în *Harper's New Monthly Magazine* din 1873.

Poate că cea mai extinsă şi importantă influenţă pe care telegraful este destinat să o exercite asupra minţii omeneşti este aceea pe care, în ultimă instanţă, o va avea asupra limbajului. Conform principiului pe care Darwin îl descrie drept selecţie naturală, cuvintele scurte câştigă avantaje faţă de cuvintele lungi, formele directe de exprimare câştigă avantaje faţă de cele indirecte, cuvintele cu sens precis iau avantaj faţă de cele ambigue, iar idiomurile locale sunt pretutindeni în dezavantaj.90

Influenţa lui Boole a fost subtilă şi lentă. A corespondat numai sporadic cu Babbage; nu s-au cunoscut. Unul dintre adepţii lui a fost Lewis Carroll, care, chiar spre sfârşitul vieţii, un sfert de secol după *Alice în Ţara Minunilor*, a scris două volume de instrucţiuni, enigme, diagrame şi exerciţii de logică simbolică. Deşi simbolismul lui era impecabil, silogismele sale alunecau în bizarerie:

(1) Bebeluşii sunt ilogici;

(2) Nimeni care poate îmblânzi un crocodil nu este dispreţuit;

(3) Persoanele ilogice sunt dispreţuite.

(Concluzie) Bebeluşii nu pot îmblânzi crocodili.91

Versiunea simbolică - *b^ d0* ţ *acQ* f *d\c'Q*; *bd* ţ *d'c'* ţ *ac* ţ *baQ* ţ *bv* i. e. ţ *b^* -, golită fiind în mod adecvat de sens, permite utilizatorului să obţină concluzia dorită fără să se împiedice de bizara propoziţie intermediată de-a lungul şirului de premise, conform căreia "bebeluşii sunt dispreţuiți".

La începutul secolului următor, Bertrand Russell i-a făcut lui George Boole un compliment extraordinar: "Matematica pură a fost descoperită de către Boole, într-o lucrare pe care el a numit-o *Legile gândirii*".*92* A fost citat adeseori. Ceea ce face complimentul să fie unul extraordinar este rar citata depreciere care urmează:

El s-a înşelat presupunând că se ocupa de legile gândirii: problema privind modul în care oamenii gândesc efectiv era cu totul irelevantă pentru el, iar dacă lucrarea lui conţinea realmente legile gândirii, e de mirare că nimeni nu ar fi gândit în aşa fel înainte.

Aproape s-ar putea crede că Russell gusta paradoxurile.

FIRE NOI, LOGICĂ NOUĂ

(NICIUN ALT LUCRU NU E MAI ÎNFĂŞURAT ÎN NECUNOSCUT)

Perfecta simetrie a întregului montaj - firul la mijloc, cele două telefoane la capetele firului şi cele două bârfe de la capetele telefoanelor - poate fi extrem de fascinantă pentru un simplu matematician.1

- James Clerk Maxwell (1878)

Unui copil curios dintr-un oraş de provincie din anii 1920, trimiterea de mesaje pefirîi putea stârni în mod firesc interesul, aşa cum s-a întâmplat cu Claude Shannon din Gaylord, Michigan. Vedea fire în fiecare zi, împrejmuind islazurile - şuviţe duble din oţel, răsucite şi cu ghimpi, întinse din stâlp în stâlp. A şterpelit ce a putut şi a meşterit propriul său telegraf de sârmă ghimpată, bătând mesaje către un alt băiat la jumătate de milă depărtare. Folosea codul conceput de către Samuel F. B. Morse. I se potrivea. îi plăcea însăşi ideea de coduri - nu numai coduri secrete, ci coduri într-un sens mai general, cuvinte sau simboluri ce desemnau alte cuvinte sau simboluri. Avea un spirit inventiv şi jucăuş. Copilul a rămas în bărbatul de mai târziu. Toată viaţa, a jucat jocuri şi a inventat jocuri. Era un născocitor de mici dispozitive - un *gadgeteer*. La maturitate, Shannon a făcut jonglerii şi a elaborat teorii despre jonglerie. Atunci când cercetătorii de la Massachusetts Institute of Technology sau de la Bell Laboratories trebuiau să se dea la o parte pentru a face loc unui ins pe monociclu, acela era Shannon. A avut din plin parte de o fire jucăuşă şi, în copilărie, nu i-a lipsit nicio mare porţie de singurătate, ceea ce, în asociere cu inventivitatea

lui de bricoler, a contribuit la motivaţia telegrafului său de sârmă ghimpată.

Gaylord nu depăşea cu mult câteva străzi şi magazine, ce întrerupeau larga fâşie de terenuri cultivate din nordul peninsulei Michigan.2 Aici şi înainte peste câmpii şi preerii, spre Rocky Mountains, sârmele ghimpate s-au răspândit ca viţa de vie, făcând averi industriale, deşi nu era o tehnologie deosebit de fascinantă în febrilitatea a ceea ce se numea deja Era Electricităţii. începând din 1874, când un fermier din Illinois a primit patentul U. S. nr. 157124 pentru "o nouă şi valoroasă îmbunătăţire a gardurilor de sârmă", bătăliile pentru proprietate s-au dezlănţuit cu furie, ajungând, în ultimă instanţă, până la Curtea Supremă, în vreme ce sârma definea teritoriul şi închidea câmpul deschis. In momentul de vârf, fermierii, crescătorii de vite şi căile ferate din America au întins peste un milion de mile de sârmă ghimpată anual. La nivel colectiv, gardurile de sârmă ale naţiunii nu formau o ţesătură sau o reţea, ci doar o încrengătură de zăbrele. Scopul lor era să separe, nu să conecteze. Pentru electricitate, era un prost conducător chiar şi pe vreme uscată. Dar sârma era sârmă şi Claude Shannon nu era primul care să vadă în această încrengătură zăbrelită de largă răspândire o potenţială reţea de comunicaţie. Mii de fermieri din locuri îndepărtate au avut aceeaşi idee. Nedorind să aştepte până când companiile de telefonie aveau să se aventureze în afara oraşelor, populaţia rurală a format cooperative de telefonie prin sârma ghimpată. Ei au înlocuit scoabele metalice cu cleme izolate. Au ataşat baterii uscate şi pâlnii de captat vocea şi au adăugat sârma de prisos pentru a umple golurile. în vara lui 1895, *The New York Times* relata: "Nu încape niciun dubiu că acum se dau telefonului o mulţime de utilizări rudimentare. De exemplu, un număr de fermieri din Dakota de Sud şi-au creat singuri un sistem de telefonie însumând opt mile de sârmă, procurându-şi singuri transmiţătoare şi făcând conexiuni cu sârma ghimpată din

care sunt făcute gardurile în acea parte a ţării” Reporterul făcea următoarea observaţie: “Câştigă teren ideea că ziua telefoanelor ieftine pentru milioane de oameni este la îndemână. Dacă această impresie are o bază solidă este o întrebare deschisă”.3 Era clar că oamenii doreau să se conecteze. Văcari care dispreţuiau gardurile din cauza parcelării câmpurilor deschise îşi agăţau pâlniile lor vorbitoare ca să afle cotaţiile pieţei, buletinul meteorologic sau numai pentru ca să audă, pârâind de-a lungul firelor, simulacrul atenuat al vocii omeneşti, o distracţie în sine.

Trei mari valuri de comunicare electrică s-au ridicat în serie: telegrafia, telefonia şi radiofonia. Oamenii au început să simtă că era firesc să posede maşini dedicate trimiterii şi primirii de mesaje. Aceste aparate au schimbat topologia - au rupt ţesătura socială şi au reconectat-o, au adăugat porţi şi legături acolo unde nu fuseseră decât spaţii goale. Deja la începutul secolului XX lumea era îngrijorată de posibile efecte neaşteptate asupra comportamentului social. Superintendentul liniei din Wisconsin era iritat de tineri, bărbaţi şi femei, “constant înroşind firul” între Eau Claire şi Chippewa Falls. “Această folosinţă liberă a liniei cu scopul de a flirta a crescut într-o măsură alarmantă”, a scris el, “şi dacă e să continue, cineva trebuie să plătească pentru acest lucru” Companiile Bell au încercat să descurajeze telefonia frivolă, îndeosebi cea a femeilor şi servitorilor. Un spirit mai liber s-a impus în cooperativele de fermieri, care au evitat să plătească pentru servicii telefonice mare parte din anii 1920. Montana East Line Telephone Association - cu opt membri - trimitea în reţeaua sa buletine de ştiri “la minut”, pentru că bărbaţii posedau, de asemenea, şi un radio. La rândul lor, copiii doreau să joace şi ei acest joc.4

Lui Claude Elwood Shannon, născut în 1916, i s-a dat întregul nume al tatălui său, un om de afaceri ridicat prin forţe proprii - în producţia de mobilă, pompe funebre şi imobiliare - şi judecător succesoral, deja bine înaintat în vârsta mijlocie. Bunicul lui Shannon, fermier, inventase o maşină de

spălat haine: un tub impermeabil, un braţ de lemn şi un plonjon Mama lui Claude, Mabel Catherine Wolf, fiica unor imigranţi germani, lucra ca profesoară de filologie şi, pentru o vreme, a fost directoare de liceu. Sora lui mai mare, Catherine Wolf Shannon (părinţii au împărţit numele cu parcinomie), a studiat matematica şi îl distra mereu pe Claude cu jocuri de puzzle. Locuiau pe Center Street, la câteva străzi nord de Main Street. Oraşul Gaylord abia se putea lăuda cu trei mii de suflete, dar era destul pentru a susţine o orchestră cu uniforme teutone şi instrumente sclipitoare şi, pe când era la şcoala primară, Claude cânta la corn alto în Mi-bemol, mai mare decât pieptul lui. Avea jocuri de construcţii şi cărţi. A făcut aeromodele şi a câştigat bani distribuind telegrame pentru oficiul local al Western Union. A rezolvat criptograme. Lăsat de capul lui, a citit şi recitit cărţi; o povestire pe care o îndrăgea era *Cărăbuşul de Aur* de Edgar Allan Poe. Situată pe o îndepărtată insulă sudică, acţiunea îl prezintă pe un straniu William Legrand, un bărbat cu un “creier excitabil” şi “neobişnuite puteri ale minţii”, dar supus unor “perverse dispoziţii de entuziasm alternând cu melancolia” - cu alte cuvinte, o versiune a creatorului său.5 Astfel de protagonişti ingenioşi aveau căutare în acele vremuri şi, ca atare, erau invocaţi de către Poe şi alţi scriitori prevăzători, precum Arthur Conan Doyle şi H.G. Wells. Eroul din *Cărăbuşul de Aur* găseşte o comoară îngropată descifrând o criptogramă scrisă pe pergament. Poe scrie şirul de numere şi simboluri (“trasate grosolan, cu cerneală roşie, între capul de mort şi capră”) - 53^305))6*;4826)4+);806*;48+8î60))85;l*(;:**8+83(88) 5**;46(;88*96*?;8) **(;485);5*+2:*+(;4956*2(5*-4)8§8*;4069285);)6+8)4++;l (*9;48081;8:8*1;48+85;4)485+528806’81(*9:48;(88;4 (*?34;48)4*;161;:188;+?; - şi îl poartă pe cititor prin fiecare întorsătură a construcţiei şi deconstrucţiei sale. “împrejurările şi o oarecare înclinaţie a minţii m-au făcut să capăt interes

pentru astfel de ghicitori”6, proclamă sumbrul său erou, dând fiori unui cititor care ar putea să aibă aceeaşi înclinaţie a minţii. Soluţia conduce la aur, într-adevăr. Dramatismul se află în cod: mister şi transmutaţie.

Claude a terminat liceul din Gaylord în trei ani în loc de patru şi, în 1932, a continuat la Universitatea din Michigan, unde a studiat inginerie electrică şi matematică. Chiar înainte de absolvire, în 1936, a văzut pe un panou de afişaj o carte poştală ce făcea reclamă pentru un post de absolvent de facultate la Massachusetts Institute of Technology. Vannevar Bush, pe atunci decan la inginerie, căuta un cercetător asistent care să manevreze o nouă maşină cu un nume ciudat: Analizator Diferenţial. Acesta era o platformă de fier, cântărind 100 de tone de axe rotitoare şi angrenaje. In ziare fusese numit “creier mecanic” sau “maşină gânditoare”; un titlu tipic declara:

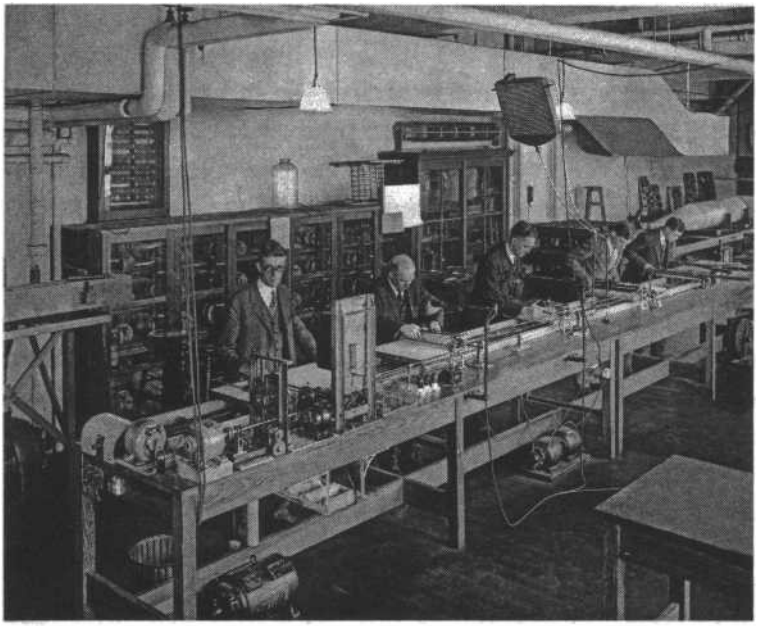
“Maşina gânditoare” face matematici superioare;
Rezolvă ecuaţii la care oamenii lucrează luni de zile.7

Maşina Diferenţială şi Maşina Analitică ale lui Charles Babbage se desluşeau ca nişte spectre ancestrale, dar în pofida asemănărilor de nume şi a similarităţii scopului, Analizatorul Diferenţial nu-i datora practic nimic lui Babbage. Bush abia dacă auzise despre el. Ca şi Babbage, Bush ura munca adormitoare şi risipitoare de timp a purelor operaţii de calcul. “Un matematician nu este un om care poate să manipuleze cu uşurinţă cifrele; adeseori nu poate”, a scris Bush. “El este în primul rând un individ priceput să utilizeze logica simbolică pe un plan superior şi, mai ales, este un om de judecată intuitivă.”8

In anii de după Primul Război Mondial, MIT era unul dintre cele trei puncte focale ale naţiunii în care înmugurea ştiinţa practică a ingineriei electrice, alături de Bell Telephone Laboratories şi General Electric. Era, de asemenea, un loc cu o nevoie lacomă de rezolvare de ecuaţii - în special ecuaţii diferenţiale şi mai ales ecuaţii diferenţiale de ordinul al doilea. Ecuaţiile diferenţiale exprimă rate de schimbare,

ca în cazul proiectilelor balistice sau al curenţilor electrici oscilanţi. Ecuaţiile diferenţiale de ordinul al doilea se referă la rate de schimbare a ratelor de schimbare: de la poziţie la viteză şi apoi la acceleraţie. Sunt greu de rezolvat analitic şi apar pretutindeni. Bush şi-a proiectat maşina să se ocupe de această întreagă clasă de probleme şi, astfel, de toată varietatea sistemelor fizice care le-au generat. Ca şi maşina lui Babbage, era în esenţă mecanică, deşi utiliza motoare electrice pentru a pune în mişcare masivul aparat şi, pe măsură ce a evoluat, din ce în ce mai multe comutatoare electromecanice pentru a-l comanda.

Spre deosebire de maşina lui Babbage, nu manipula numere. Transforma cantităţile - generând curbe, după cum îi plăcea lui Bush să spună, pentru a reprezenta viitorul unui sistem dinamic. Noi am spune astăzi că era mai degrabă analogic decât digital. Roţile şi discurile sale erau aranjate să producă un analog fizic al ecuaţiilor diferenţiale. într-un fel, era un descendent monstruos al planimetrului, o mică invenţie în materie de măsurare, ce traducea integrarea curbelor în mişcarea unei roţi. Profesorii şi studenţii veneau la Analizatorul Diferenţial în calitate de solicitanţi, iar când putea să le rezolve ecuaţiile cu acurateţe de 2 la sută, operatorul, Claude Shannon, era fericit. In orice caz, era total captivat de acest “computer” şi nu numai de scârţâitoarea, enervanta şi enorma parte analogică, ci şi de aproape tăcutele comenzi electrice (lăsând la o parte întâmplătoarele ţăcănituri şi pocnituri).9



Analizatorul Diferenţial al lui Vannevar Bush de la MIT

Acestea erau de două feluri: comutatoare obişnuite şi comutatoare speciale numite relee - progenitura telegrafului. Releul era un comutator electric comandat de electricitate (o idee de circulanta te sau luping). Pentru telegraf, problema era parcurgerea unor distanţe lungi făcând un lanţ de circuite. Pentru Shannon, problema nu era distanţa, ci comanda. O sută de relee, complicat interconectate, închizând şi deschizând circuite într-o anumită succesiune, coordonau Analizatorul Diferenţial. Cei mai buni experţi în materie de circuite complexe de relee erau inginerii de telefonie; releele dirijau rutele apelurilor telefonice, ca şi mecanismele de pe liniile de asamblare din uzine. Circuitele de relee erau proiectate pentru fiecare caz particular. Nimeni nu se gândise să studieze ideea în mod sistematic, dar Shannon căuta o temă pentru teza lui de masterat şi a văzut o posibilitate. In ultimul său an la colegiu urmase un curs de logică simbolică şi, când a încercat să facă o listă ordonată a aranjamentelor posibile

de circuite comutate, a avut un sentiment subit de déjà-vu. Intr-un mod foarte abstract, aceste probleme se aliniau. Notaţia artificială specifică logicii simbolice, “algebra” Boole, putea fi utilizată pentru descrierea circuitelor.

Aceasta era o conexiune greu de făcut. Lumile electricităţii şi ale logicii păreau incongruente. Dar, şi-a dat seama Shannon, ceea ce un releu trece mai departe de la un circuit la următorul nu este cu adevărat electricitate, ci mai curând un fapt: dacă circuitul este deschis sau închis. Dacă un circuit este deschis, atunci un releu poate determina circuitul următor să se deschidă. Dar aranjamentul invers este, de asemenea, posibil - aranjamentul negativ: atunci când un circuit se deschide, un releu poate determina circuitul următor să se închidă. Era incomod să se descrie posibilităţile în cuvinte; era mai simplu să fie reduse la nişte simboluri, iar pentru un matematician, era firesc să manipuleze simbolurile în ecuaţii. (Charles Babbage făcuse nişte paşi în aceeaşi direcţie cu a sa notaţie mecanică, deşi Shannon nu ştia nimic despre aceasta.)

“Se elaborează un calcul pentru manipularea acestor ecuaţii prin simple procese matematice” - cu acest sunet de trâmbiţă, Shannon şi-a început teza din 1937. Până în acel moment, ecuaţiile reprezentau numai combinaţii de circuite. Apoi, “se arată cum calculul este pe deplin analog cu calculul propoziţiilor utilizat în studiul simbolic al logicii”. Ca şi Boole, Shannon a arătat că avea nevoie de numai două numere pentru ecuaţiile sale: zero şi unu. Zero reprezenta un circuit închis; unu reprezenta un circuit deschis. Deschis sau închis. Adevărat sau fals. Shannon a urmărit consecinţele. A început cu cazuri simple: două circuite comutate, în serie sau în paralel. Circuitele în serie, nota el, corespund conectorului logic şi; pe când circuitele în paralel au efectul lui *sau*. O operaţie logică ce putea fi efectuată electric era negaţia, convertind o valoare în opusul ei. Ca şi în logică, el a văzut că dispunerea circuitelor putea să facă alegeri de tipul “dacă... atunci”.

înainte de final, el analizase sisteme de circuite în “stea” şi în “reţea”, de sporită complexitate, enunţând postulate şi teoreme pentru efectuarea unor sisteme de ecuaţii simultane. Şi-a urmat acest eşafodaj de abstracţiuni cu exemple practice - invenţii pe hârtie, unele practice şi altele de-a dreptul trăznite. A schiţat proiectul unui lacăt electric cu parolă, de format cu cinci butoane comutatoare. A prezentat un circuit care “să adune automat două numere, utilizând numai relee şi comutatoare”; pentru comoditate, el a sugerat o aritmetică în baza 2. “Este posibilă efectuarea de operaţii matematice complexe prin intermediul circuitelor cu relee”, a scris el. “De fapt, orice operaţie care poate fi descrisă complet într-un număr finit de paşi, folosind cuvintele *dacă*, *sau*, *şi* etc., poate fi efectuată automat cu relee.”10 Ca temă pentru un student la inginerie electrică era ceva nemaiauzit: o teză tipică avea legătură cu perfecţionarea motoarelor electrice sau a liniilor de transmisie. Nu exista nicio cerinţă practică pentru o maşină care ar putea să rezolve probleme de logică, dar ea indica viitorul. Circuite logice. Aritmetică binară. Aici, într-o teză de masterat a unui cercetător asistent, se găsea esenţa revoluţiei informatice care avea să urmeze.

Shannon a petrecut o vară lucrând la Bell Telephone Laboratories din New York City şi apoi, la sugestia lui Vannevar Bush, a schimbat ingineria electrică cu matematica la MIT. Bush i-a mai sugerat să verifice posibilitatea de aplicare a unei algèbre simbolice - “algebra lui bizară”11 - în, pe atunci, incipienta ştiinţă a geneticii, ale cărei elemente de bază, genele şi cromozomii, erau doar vag înţelese. Aşa că Shannon a început să lucreze la o ambiţioasă disertaţie doctorală, intitulată “O algebră pentru genetica teoretică”12. Genele, după cum nota el, erau un construct teoretic. Se credea că erau transportate în nişte corpuri de forma unor tije, cunoscute drept cromozomi, care se puteau vedea la microscop, însă nimeni nu ştia cu exactitate cum erau structurate genele şi nici măcar dacă

erau reale. “Totuşi”, după cum nota Shannon, “este posibil, în vederea scopului nostru, să procedăm ca şi cum ar fi..Vom vorbi, prin urmare, ca şi cum genele există efectiv şi ca şi cum reprezentarea noastră simplă a fenomenelor ereditare ar fi adevărată, de vreme ce, în măsura în care ne priveşte, s-ar putea foarte bine să fie aşa”. A conceput un aranjament de litere şi numere ca să reprezinte “formule genetice” pentru un individ; de exemplu, două perechi de cromozomi şi patru poziţii genetice ar putea fi reprezentate astfel:

a.b2c3d5
E4F2G6H2

Apoi, procesul de combinare genetică şi cel de încrucişare reproductivă puteau fi anticipate printr-un calcul de adunări şi înmulţiri. Era un fel de hartă rutieră, mult abstractizată faţă de dezordonata realitate biologică. El a explicat: “Nematematicienilor le spunem că este un loc comun în algebra modernă ca simbolurile să reprezinte concepte ce nu sunt numere”. Rezultatul era complex, original şi cu totul desprins de tot ceea ce făceau oamenii din domeniu.[39] Nu s-a deranjat să o publice vreodată.

Intre timp, spre sfârşitul iernii din 1939, i-a scris lui Bush a lungă scrisoare despre o idee dragă inimii lui:

Am lucrat pe sărite la o analiză a unor proprietăţi fundamentale ale sistemelor generale de transmitere a informaţiei, inclusiv telefonia, radiofonia, televiziunea, telegrafia etc. Practic, toate sistemele de comunicaţii pot fi aduse la următoarea formă generală:

39 într-o evaluare de peste patruzeci de ani, geneticianul James F. Crow a scris: „Pare să fi fost scris în totală izolare față de comunitatea geneticienilor. [Shannon] a descoperit principii care au fost redescoperite mai târziu.... Regretul meu este acela că nu a fost pe larg cunoscut în 1940. Cred că ar fi schimbat substanțial istoria subiectului"13 (n.a.).

T şi R erau un transmiţător şi un receptor. Ei mediau trei "funcţii temporale",f(t): "informaţia de transmis", semnalul şi outputul final, care, desigur, era presupus a fi pe cât posibil identic cu inputul. ("Intr-un sistem ideal, ar fi o replică exactă.")14 Problema, după cum o vedea Shannon, era aceea că sistemele reale suferă întotdeauna *distorsiuni* - un termen pentru care el a propus o definiţie riguroasă în formă matematică. Mai exista, de asemenea, şi *zgomotul* ("de exemplu, static"). Shannon i-a spus lui Bush că încerca să demonstreze nişte teoreme. Totodată, şi nu în mod accidental, lucra la o maşină capabilă să efectueze operaţii matematice simbolice, să facă treaba Analizatorului Diferenţial şi încă mai mult, pe de-a-ntregul cu ajutorul circuitelor electrice. Avea încă mult de mers. "Deşi am făcut ceva progrese în diferite zone periferice ale problemei, încă rătăcesc prin ceaţă, în ceea ce priveşte rezultatele efective", a spus el.

$$f_1(t) \rightarrow \boxed{T} \rightarrow F(t) \rightarrow \boxed{R} \rightarrow f_2(t)$$

Am desenat un set de circuite care vor executa efectiv diferenţierea şi integrarea simbolică a celor mai multe funcţii, însă metoda nu e chiar generală sau destul de naturală pentru a fi perfect satisfăcătoare. Ceva din filosofia generală care stă la baza maşinii pare să-mi scape cu totul.

Era dureros de slab, aproape sfrijit. Urechile abia îi ieşeau de sub părul ondulat, pieptănat lins. In toamna lui 1939, la o petrecere din apartamentul de pe Garden Street, pe care-l împărţea cu doi colegi, stătea sfios în uşă, în timp ce un disc de jazz cânta pe fonograful său, când o tânără femeie a început să arunce în el cu floricele de porumb. Era Norma Levor, o studentă aventuroasă de nouăsprezece ani, de la Radcliff din New York. Abandonase şcoala ca să locuiască la Paris în acea vară, dar s-a întors când Germania nazistă a invadat Polonia; chiar şi acasă, războiul ce se profila la orizont începuse să tulbure vieţile oamenilor. Claude a şocat-o ca un tip cu caracter ascuns şi intelect sclipitor. Au

început să se vadă în fiecare zi; el i-a scris sonete, fără majuscule, în stilul lui E. E. Cummings. Ei îi plăcea felul în care el iubea cuvintele, felul în care el spunea algebra *booooooleană*. In ianuarie, s-au căsătorit (la un judecător din Boston, fără nicio ceremonie) şi ea l-a urmat la Princeton, unde el a primit o bursă de studii postdoctorale.

Invenţia scrierii a catalizat logica, făcând posibilă reflecţia asupra raţionamentului - putând să păstrezi sub ochi o linie de gândire pentru examinare - şi acum, după atâtea secole, logica a fost reanimată de invenţia maşinilor care puteau lucra cu simboluri. în logică şi matematică, cele mai înalte forme de gândire, totul părea să se îmbine armonios.

Amestecând logica şi matematica într-un sistem de axiome, semne, formule şi argumente, filosofii păreau să se apropie de un fel de perfecţiune - o certitudine riguroasă, formală. Acesta era scopul lui Bertrand Russell şi Alfred North Whitehead, giganţii raţionalismului englez, care şi-au publicat marea lor operă în trei volume între 1910 şi 1913. Titlul lor, *Principia Mathematica*, amintea în mod grandios de Newton; ambiţia lor nu era mai mică decât perfecţiunea întregii matematici. Aceasta era în sfârşit posibilă, susţineau ei, prin instrumentul logicii simbolice, cu semnele sale de obsidian şi regulile ei implacabile. Misiunea lor era aceea de a demonstra orice fapt matematic. Procesul de demonstraţie, desfăşurat în mod corect, trebuia să fie unul mecanic. în contrast cu cuvintele, *simbolismul* (declarau ei) face posibilă "exprimarea absolut precisă". Această direcţie fusese evaziv urmată de către Boole şi, înaintea lui, de către Babbage, iar cu mult timp înaintea celor doi, de către Leibniz, cu toţii crezând că perfecţiunea raţionamentului poate fi dobândită odată cu perfecta codificare a gândirii. Leibniz a putut numai să şi-o imagineze: "o anumită scriere a limbajului", a scris el în 1678, "ce reprezintă perfect relaţiile dintre gândurile noastre". Cu o codificare de acest fel, falsurile logice ar ieşi la iveală de îndată:

Caracterele ar urma să fie total diferite de ceea ce s-a imaginat până acum. Caracterele acestei scrieri trebuie să servească invenţiei şi judecăţii la fel ca în algebră şi aritmetică. Vor fi imposibil de scris, folosind aceste caractere, noţiuni himerice.15

Russell şi Whitehead au explicat că simbolismul se potriveşte "proceselor şi ideilor de înaltă abstractizare" utilizate în logică, cu şirurile ei de raţionamente. Limbajul obişnuit funcţionează mai bine în noroiul şi în mâlul lumii obişnuite. O

propoziţie precum *o balenă este mare* foloseşte cuvinte simple ca să exprime "un fapt complicat", remarcă ei, pe când *Unu este un număr* "conduce, în limbă, la o intolerabilă prolixitate".16 înţelegerea balenelor şi a mărimii necesită cunoştinţe şi experienţă a lucrurilor reale, dar a stăpâni 1 şi *număr* şi toate operaţiile aritmetice asociate cu aceste noţiuni, atunci când sunt adecvat exprimate în simboluri seci, ar trebui să decurgă automat.

De-a lungul drumului, au remarcat, totuşi, câteva hopuri - unele dintre *himerele* care ar fi trebuit să fie imposibile. "O foarte mare cantitate de muncă", au spus ei în prefaţă, "a fost cheltuită în relaţie cu contradicţiile şi paradoxurile care au infectat logica". "Infectat" era un cuvânt tare, însă prea puţin ca să exprime chinul paradoxurilor. Acestea erau un cancer.

Unele fuseseră cunoscute încă din Antichitate.

Cretanul Epimenide a spus că toţi cretanii sunt mincinoşi şi că toate celelalte afirmaţii ale cretanilor erau cu siguranţă minciuni. Era aceasta o minciună?17

O formulare mai curată a paradoxului lui Epimenide - mai curată deoarece nimănui nu trebuia să-i pese de cretani şi de însuşirile lor - este paradoxul mincinosului: *Această propoziţie este falsă*. Afirmaţia nu poate fi adevărată, deoarece atunci e falsă. Ea nu poate fi falsă, pentru că atunci ar deveni adevărată. Nu e nici adevărată, nici falsă, sau este ambele deodată. Insă descoperirea acestei

circularităţi răsucite, cu efect invers şi care îndoaie mintea, nu înseamnă sfârşitul vieţii sau al limbajului - se înţelege ideea şi se merge mai departe -, pentru că viaţa şi limbajul sunt lipsite de perfecţiunea, de absoluturile care le dau forţă. In viaţa reală, nu se poate ca toţi cretanii să fie mincinoşi. Chiar şi mincinoşii spun câteodată adevărul. Chinul începe numai odată cu încercarea de a construi un vas ermetic. Russell şi Whitehead ţinteau perfecţiunea - în cazul demonstraţiei -, altminteri întreprinderea lor nu prea avea sens. Cu cât construiau mai riguros, cu atât găseau mai multe paradoxuri. “Plutea în aer”, a scris Douglas Hofstadter, “ideea că lucruri cu adevărat ciudate se puteau petrece atunci când veri moderni ai diferitelor paradoxuri antice se iveau înlăuntrul lumii logic riguroase a numerelor,... un paradis pur, în care nimeni nu visase că ar putea să apară paradoxuri”.18

Unul era paradoxul lui Beny, pentru prima oară sugerat lui Russell de către G.G. Berry, un bibliotecar de la Bodleian.[40] Are de-a face cu numărarea silabelor necesare pentru a specifica fiecare număr întreg. Bineînţeles că, în general, cu cât numărul este mai mare, cu atât e nevoie de mai multe silabe, în limba engleză, cel mai mic număr întreg de două silabe este *seven* - şapte. Cel mai mic întreg care solicită trei silabe este *eleven* - unpsrezece. Numărul 121 pare să necesite şase silabe (“one hundred twenty-one”), însă, de fapt, patru sunt de ajuns, cu oarecare isteţime: “eleven squared” - unsprezece la pătrat. Totuşi, chiar cu isteţime, există numai un număr finit de silabe posibile şi, prin urmare, un număr finit de nume şi, după cum o spune Russell, “aşadar numele unor întregi trebuie să fie alcătuite din cel puţin nouăsprezece silabe şi, printre acestea, unul trebuie să fie cel mai mic. Prin urmare, *cel mai mic număr*

40 Bodleian Library este principala bibliotecă de studiu de la Oxford, numită astfel după numele fondatorului său, Sir Thomas Bodley, master la Merton College, care i-a pus bazele la sfârșitul secolului al XVI-lea (n.t.).

întreg ce nu poate fi denumit în mai puţin de nouăsprezece silabe trebuie să denote un întreg definit”.[41] Acum survine paradoxul. Această frază, *the least integer not nameable in fewer than nineteen syllables* - “cel mai mic întreg nedenominabil în mai puţin de nouăsprezece silabe” - conţine [în limba engleză] numai optsprezece silabe. Aşadar, cel mai mic întreg nedenominabil în mai puţin de nouăsprezece silabe tocmai a fost denumit în mai puţin de nouăsprezece silabe.19

Un alt paradox al lui Russell este “paradoxul bărbierului”. Bărbierul este bărbatul (să spunem) care îi rade pe toţi bărbaţii şi numai pe aceia care nu se rad singuri. Se rade bărbierul pe sine? Dacă se rade, nu se rade, iar dacă nu se rade, atunci se rade.20 Puţini oameni sunt tulburaţi de asemenea cimilituri, deoarece, în viaţa reală, bărbierul face cum îi place şi viaţa merge înainte. Suntem tentaţi să avem sentimentul, după cum se exprimă Russell, că “întreaga formă a cuvintelor este numai un zgomot fără sens”. Insă paradoxul nu poate fi înlăturat atât de uşor atunci când un matematician examinează subiectul cunoscut drept teoria mulţimilor sau teoria claselor. Mulţimile sunt grupuri de obiecte - de exemplu, numere întregi. Mulţimea O, 2, 4 aparţine mulţimii *mulţimilor de întregi* şi mulţimii *mulţimilor cu trei membri*, dar nu mulţimii *mulţimilor de numere prime*. Aşadar, Russell a definit o anumită mulţime astfel:

S este mulţimea tuturor mulţimilor care nu se conţin pe ele însele ca membri.[42]

41 în engleza standard, după cum nota Russell, numărul este „one hundred and eleven thousand seven hundred and seventy-seven" - o sută unsprezece mii șapte sute șaptezeci și șapte (n.a.).

42 Este vorba, mai exact, despre paradoxul mulțimilor normale (formulat de către Bertrand Russell în 1903). Unele mulțimi se conțin pe ele însele ca element (M g M), altele nu (M < M). De exemplu, mulțimea non-creioanelor este ea însăși un non-creion, deci se conține pe sine ca element - pe când mulțimea merelor nu este ea însăși un măr, deci nu se conține pe sine ca element. Mulțimile pentru care este adevărat M <

Această versiune este cunoscută drept “Paradoxul lui Russell”. El nu poate fi înlăturat ca zgomot.

Pentru a elimina acest paradox, Russell a luat măsuri drastice. Factorul care permite paradoxul părea să fie recursivitatea ciudată din afirmaţia incriminată: ideea mulţimilor ce aparţin mulţimilor. Recursivitatea era oxigenul care alimenta flacăra, în acelaşi mod, paradoxul mincinosului se bazează pe afirmaţii despre afirmaţii. “Această afirmaţie este falsă” este un metalimbaj: limbaj despre limbaj. Mulţimea paradoxală a lui Russell se bazează pe o metamulţime: o mulţime de mulţimi. Astfel, problema consta în saltul peste niveluri sau, cum a denumit-o Russell, un amestec al tipurilor. Soluţia lui: să o declare ilegală, tabu, dincolo de limită. Interzis amestecul nivelurilor diferite de abstractizare. Interzisă autoreferinţa: interzisă autolimitarea. Regulile simbolismului din *Principia Mathematica* nu permit să-ţi vezi ceafa, bucla de feedback a şarpelui ce-şi înghite coada, care părea să deschidă posibilitatea autocontradicţiei. Acesta juca pentru el rolul de firewall.

Apare Kurt Gödel.

S-a născut în 1906 la Bmo, în centrul provinciei ceheşti Moravia. A studiat fizica la Universitatea din Viena, şaptezeci şi cinci de mile mai la sud, şi, la douăzeci de ani, a intrat în Cercul de la Viena, un grup de filosofi şi matematicieni care se întâlneau cu regularitate în cafenele

M se numesc normale, iar cele pentru care este adevărat M g M se numesc nenormale. Presupunem că orice mulțime face parte fie din clasa celor normale, fie din clasa celor nenormale; altfel spus, pentru orice mulțime M are loc relația (M g M) + (M < M) - semnul „+" denotând disjuncția exclusivă „sau ..., sau ..., nu ambele". Formăm apoi mulțimea tuturor mulțimilor normale, pe care o notăm cu N. Conceptul acestei mulțimi este antinomic. Fie supoziția S,: N g N, adică N este element al mulțimii tuturor mulțimilor normale, având deci proprietatea acestora de a nu se conține - fie supoziția S2: N < N, adică N nu este element al mulțimii tuturor mulțimilor normale, deci nu are proprietatea acestora, aceea de a nu se conține - deci N g N (n.t.).

pline de fum de ţigară, precum Café Josephinum şi Café Reichsrat, pentru a ridica logica şi realismul ca pe un zid de apărare împotriva metafizicii - prin care ei înţelegeau spiritualismul, fenomenologia, iraţionalismul. Gödel le-a vorbit despre Logica Nouă (termenul plutea în aer) şi, în scurt timp, despre metamatematică - *der Metamathematik*. Metamatematica nu era faţă de matematică ceea ce metafizica era faţă de fizică. Era matematică despre matematică - un sistem formal "privit din afară" ("*äußerlich betrachtet*").*21* Era pe cale să facă cea mai importantă declaraţie, să demonstreze cea mai importantă teoremă despre cunoaştere din secolul XX. Avea să ucidă visul lui Russell privind un sistem logic perfect. Avea să arate că paradoxurile nu erau nişte excrescenţe; erau fundamentale.

înainte să-l îngroape, Gödel a lăudat proiectul lui Russell şi Whitehead: logica matematică era, a scris el, "o ştiinţă anterioară tuturor celorlalte, care conţine ideile şi principiile care stau la baza tuturor ştiinţelor".22 *Principia Mathematica*, marele opus, încorpora un sistem formal ce devenise, în scurta sa existenţă, atât de cuprinzător şi atât de dominant, încât Gödel se referea la ea stenografie: PM. Prin PM el înţelegea sistemul, în opoziţie cu cartea. în PM, matematica fusese închisă - o corabie într-o sticlă, nemaifiind lovită şi scuturată de vastele mări nesupuse. In 1930, atunci când matematicienii demonstrau ceva, o făceau în acord cu PM. în PM, după cum a spus Gödel, "se putea demonstra orice teoremă nefolosind nimic altceva decât câteva reguli mecanice".23

Orice teoremă: pentru că sistemul era ori se pretindea a fi complet. Reguli *mecanice*: pentru că logica opera inexorabil, fără să lase loc interpretării umane schimbătoare. Simbolurile sale erau golite de sens. Oricine putea să verifice o demonstraţie pas cu pas, aplicând regulile, fără să o înţeleagă. Numind mecanică această calitate, se invocau visurile lui Charles Babbage şi ale Adei

Lovelace, maşini de măcinat numere şi numere denumind orice altceva.

In mijlocul culturii damnate din Viena anilor 1930, ascultându-i pe amicii lui dezbătând Logica Nouă, cu purtarea-i reţinută şi cu ochii măriţi de ochelari rotunzi cu rame negre, la douăzeci şi patru de ani Gödel credea în perfecţiunea sticlei care era PM, dar se îndoia că matematica putea fi cu adevărat închisă în ea. Acest tânăr slăbuţ şi-a transformat îndoiala într-o mare şi îngrozitoare descoperire. El a descoperit că, pitiţi în PM - şi în orice sistem logic consistent - trebuie să existe nişte monştri până atunci de neconceput: afirmaţii care nu pot fi nici demonstrate, dar nici respinse niciodată. Trebuie să existe *adevăruri*, adică, ce nu pot fi demonstrate - iar Gödel a demonstrat-o.

A reuşit acest lucru cu rigoare de fier, deghizată într-o scamatorie. El a folosit regulile formale din PM şi, pe măsură ce le-a folosit, le-a abordat, de asemenea, din punct de vedere matematic - adică, le-a privit din afară. După cum a explicat el, toate simbolurile din PM - numere, operaţii aritmetice, conectori logici şi punctuaţie - constituiau un alfabet limitat. Orice propoziţie sau formulă din PM era scrisă în acest alfabet. Tot astfel, fiecare demonstraţie cuprindea o serie finită de formule - doar un pasaj mai lung, scris în acelaşi alfabet. Aici intervine matematica. Din punct de vedere matematic, a arătat Gödel, un semn este la fel de bun ca oricare altul; alegerea unui alfabet specific este arbitrară. Cineva poate folosi sortimentul tradiţional de numere şi notaţii (din aritmetică: +, -, =, x; din logică: v, o, 3) sau poate utiliza litere, puncte şi liniuţe. Era o chestiune de codificare, alunecând de la set de simboluri la altul.

Gödel a propus să se utilizeze numere pentru toate semnele sale. Numerele erau alfabetul lui. Şi, pentru că numerele pot fi combinate cu ajutorul aritmeticii, orice succesiune de numere tinde către un (posibil foarte mare) număr. Astfel încât orice propoziţie, orice formulă din PM pot fi exprimate printr-un singur număr şi, la fel, orice

demonstraţie. Gödel a expus o schemă riguroasă pentru efectuarea codificării - un algoritm, mecanic, doar reguli de urmat, fără să necesite inteligenţă. Lucrează înainte şi înapoi: dată fiind orice formulă, respectând regulile se generează un număr şi, dat fiind orice număr, respectând regulile se produce formula corespondentă.

Nu orice număr se traduce într-o formulă corectă, totuşi. Unele numere se decodifică înapoi în bolboroseală sau în formule care simt false în cadrul regulilor sistemului. Secvenţa de simboluri “O O O = = - ‘ nu alcătuieşte câtuşi de puţin o formulă, deşi se traduce printr-un număr oarecare. Propoziţia “O = *1*” este o formulă recognoscibilă, dar este falsă. Formula “O + *x* = *x* + O” este adevărată şi demonstrabilă.

Această ultimă calitate - proprietatea *de a fi demonstrabil în acord cu PM* - nu era destinată să fie exprimabilă în limbajul PM. Pare să fie o propoziţie din afara sistemului, o propoziţie metamatematică. Dar codificarea lui Gödel a introdus-o în sistem. în cadrul pe care l-a construit el, numerele naturale duceau o viaţă dublă, ca numere şi, totodată, ca propoziţii. O propoziţie putea să aserteze că un număr dat este *par* sau *prim* sau *pătrat perfect*, iar o propoziţie putea, de asemenea, să aserteze că un număr dat este *o formulă demonstrabilă*. Dat fiind numărul 1.044.045.317.700, de exemplu, se pot enunţa diferite propoziţii şi se poate testa adevărul sau falsitatea lor: acest număr este par, nu este prim, nu este un pătrat perfect, e mai mare decât 5, este divizibil cu 121 şi (când este decodificat în acord cu regulile oficiale) este o formulă demonstrabilă.

Gödel a expus toate acestea într-o mică lucrare din 1931. Pentru a face demonstraţia etanşă, era nevoie de o logică complexă, însă argumentul de bază era simplu şi elegant. Gödel a arătat cum să se construiască o formulă care spunea că *Un anumit număr*, *x*, *nu este demonstrabil*. Era uşor: erau infinit de multe astfel de formule. El a

demonstrat apoi că, în unele cazuri cel puţin, numărul *x* s-ar putea să reprezinte chiar formula. Aceasta era tocmai autoreferinţa înnodată pe care Russell încercase să o interzică în regulile PM - *Această propoziţie* nu este demonstrabilă

- şi acum Gödel a arătat că astfel de propoziţii trebuie să existe oricum. Mincinosul s-a reîntors şi nu putea fi alungat prin modificarea regulilor. După cum a explicat Gödel (într-una dintre cele mai pregnante note de subsol din istorie),

Contrar aparenţelor, o astfel de propoziţie nu implică nicio circularitate vicioasă, pentru că ea doar asertează că o anumită formulă bine definită este nedemonstrabilă. Numai ulterior (şi, ca să spunem aşa, accidental) se dovedeşte că formula este exact aceea despre care propoziţia însăşi a fost exprimată.24

în cadrul PM şi în cadrul oricărui sistem logic consistent capabil de aritmetică elementară, trebuie întotdeauna să existe astfel de propoziţii blestemate, adevărate însă nedemonstrabile. Astfel, Gödel a arătat că un sistem formal consistent trebuie să fie incomplet; nu poate exista niciun sistem complet şi consistent.

Paradoxurile s-au întors şi nu erau simple capricii. Acum loveau chiar în miezul construcţiei. Era, după cum a spus Gödel mai târziu, un "fapt uimitor" - "că intuiţiile noastre logice (de exemplu, intuiţii privind noţiuni precum: adevăr, concept, fiinţă, clasă etc.) sunt autocontradictorii".25 Era, după cum a spus Douglas Hofstadter, "un fulger subit venit din cel mai albastru cer cu putinţă", forţa sa ivindu-se nu din edificul pe care l-a trăznit la pământ, ci din lecţia pe care o conţinea despre numere, despre simbolism şi codificare:

Concluzia lui Gödel a izvorât nu dintr-o slăbiciune, ci dintr-o tărie a PM. Acea tărie este faptul că numerele sunt atât de flexibile sau "cameleonice", încât modelele lor pot

să imite modele de raţionament. *Forţa expresivă* a PM este ceea ce dă naştere incompletitudinii sale.26

Îndelung căutatul limbaj universal, *characteristica universalis* pe care Leibniz a pretins că l-ar fi inventat, fusese prezent tot timpul, în numere. Numerele puteau să codifice întreaga gândire. Ele puteau să reprezinte orice formă de cunoaştere.

Prima oară când Gödel a menţionat public descoperirea lui, în cea de-a treia şi ultima zi a unui congres filosofic, ţinut la Königsberg în 1930, nu a primit niciun răspuns; Doar o singură persoană părea să fi auzit de el, un ungur pe nume Neumann Jănos. Acest tânăr matematician era pe cale să se mute în Statele Unite, unde, în curând şi pentru tot restul vieţii, avea să se numească John von Neumann. El a înţeles de îndată contribuţia lui Gödel; aceasta l-a năucit, dar a studiat-o şi l-a convins. Abia apăruse lucrarea lui Gödel, că von Neumann a şi prezentat-o la un colocviu de matematică de la Princeton. Incompletitudinea era reală. însemna că matematica nu poate fi niciodată demonstrată fără autocontradicţie. Şi "aspectul important", a spus von Neumann, "este că acesta nu este un principiu filosofic sau o atitudine intelectuală plauzibilă, ci rezultatul unei demonstraţii matematice riguroase de un gen extrem de sofisticat".27 Ori credeai în matematică, ori nu.

Bertrand Russell (care, desigur, *credea*) s-a deplasat spre domenii mai blânde ale filosofiei. Mult mai târziu, la bătrâneţe, a admis că Gödel îl tulburase: "M-a făcut să mă bucur că nu mă mai ocupam de logica matematică. Dacă un set dat de axiome conduce la o contradicţie, e clar că cel puţin una dintre axiome trebuie să fie falsă".28 Pe de altă parte, cel mai celebru filosof al Vienei, Ludwig Wittgenstein (care, în mod fundamental, *nu credea*), a descalificat teorema de incompletitudine ca pe o şmecherie ("Kunststücken") şi s-a lăudat că, mai degrabă decât să încerce să o respingă, o va ignora pur şi simplu:

Matematica nu poate fi incompletă; nu mai mult decât poate fi incomplet un *sentiment*. Tot ceea ce înţeleg trebuie să înţeleg complet.29

Replica lui Gödel a avut grijă de amândoi. “Russell evident răstălmăceşte rezultatul meu; oricum, el o face de o manieră foarte interesantă”, a scris el. “Spre deosebire de el, Wittgenstein.. . avansează o răstălmăcire total trivială şi neinteresantă.”30

în 1933, nou-înfiinţatul Institut pentru Studii Avansate, cu John von Neumann şi Albert Einstein printre primii profesori ai facultăţii, l-a invitat pe Gödel la Princeton pentru un an. Mai traversase de câteva ori Atlanticul în decursul ultimului deceniu, pe măsură ce fascismul devenea tot mai puternic, iar scurta glorie a Vienei începea să pălească. Ignorant în materie de politică şi naiv în ceea ce priveşte istoria, Gödel a suferit câteva căderi nervoase şi crize de ipohondrie, care l-au trimis la sanatoriu. Princetonul îi făcea cu mâna, dar Gödel şovăia. A rămas la Viena în 1938, în timpul *Anschluss-uhii*, pe când Cercul Vienez şi-a încetat existenţa, membrii săi fiind ucişi sau exilaţi, şi chiar în 1939, când armata lui Hitler a ocupat Cehoslovacia sa natală. El nu era evreu, însă matematica era destul de *verjudet* - adică iudaizată. In cele din urmă, a reuşit să plece în ianuarie 1940, pe calea ferată transsiberiană până în Japonia şi, de acolo, pe o navă, până la San Francisco. Numele său a fost recodificat de compania de telefonie drept “K. Goedel” când a ajuns la Princeton, de această dată definitiv.31

Claude Shannon sosise şi el la Institutul pentru Studii Avansate, pentru a petrece acolo un an postdoctoral. L-a găsit ca pe un loc retras, ocupând o nouă clădire din cărămidă roşie, cu tum de ceas şi cupolă, înconjurată de ulmi, pe terenul unei foste ferme, la o milă depărtare de Princeton University. Primul dintre cei aproximativ cincisprezece profesori pe care i-a avut a fost Einstein, al cărui birou se afla în spate, la primul etaj; Shannon a dat rareori ochii cu el. Gödel, care sosise în martie, abia dacă

vorbea cu altcineva în afară de Einstein. Supervizorul oficial al lui Shannon era Hermann Weyl, un alt exilat german, cel mai formidabil teoretician pe partea matematică a noii mecanici cuantice. Weyl era numai vag interesat de teza lui Shannon asupra geneticii - “problemele dumneavoastră bio-matematice”32 -, dar a crezut că Shannon ar putea descoperi un teren comun cu un alt mare tânăr matematician al Institutului, von Neumann. Cea mai mare parte din timp, Shannon stătea indispus în camera sa din Palmer Square. Soţiei lui de douăzeci de ani, care părăsise Radcliffe ca să fie cu el, i se părea din ce în ce mai insuportabil să stea acasă în timp ce Claude cânta la clarinet, acompaniind discul său de pe fonograf cu Bix Beiderbecke. Norma credea că e deprimat şi dorea să-l ducă la un psihiatru. A-l cunoaşte pe Einstein era interesant, dar entuziasmul s-a tocit. Mariajul lor era sfârşit; ea a plecat pe la sfârşitul anului.

Nici Shannon nu putea să mai rămână la Princeton. El dorea să continue a se ocupa de transmiterea de informaţii, o noţiune slab definită şi totuşi mai pragmatică decât impetuoasa fizică teoretică ce domina programul institutului. In plus, se apropia războiul. Programele de cercetare se modificau peste tot. Vannevar Bush conducea acum Comitetul Naţional de Cercetări pentru Apărare, care i-a atribuit lui Shannon “Proiectul 7”; matematica mecanismelor de comandă ale tunurilor antiaeriene33 - “misiunea”, după cum a raportat sec NDRC[43], “de aplicare a unor corecţii comenzilor tunului astfel încât proiectilul şi ţinta să ajungă în aceeaşi poziţie simultan”.34 Avioanele făcuseră ca dintr-odată, să fie depăşită aproape întreaga matematică folosită în balistică: pentru prima oară, ţintele se deplasau cu viteze nu mult mai mici decât cele ale proiectilelor. Problema era complexă şi critică, pe nave şi pe uscat. Londra organiza baterii de tunuri grele, trăgând obuze de 3,7 inchi. îndreptarea proiectilelor spre avioanele

43 NDRC, acronim pentru National Defense Research Committee (n.t.).

ce se deplasau cu mare viteză cerea sau intuiţie şi noroc, sau o mare cantitate de calcule implicite cu ajutorul unor angrenaje, înălţătoare şi mecanisme automate. Shannon a analizat deopotrivă problemele fizice şi cele de calcul: maşinăria trebuia să urmărească traiectorii rapide în trei dimensiuni, cu axe şi angrenaje, comandate de dispozitive de aflare a ratelor şi de integrare. Un tun antiaerian se comporta în sine ca un sistem dinamic, supus unor “reacţii” şi oscilaţiilor care puteau fi sau nu previzibile. (Acolo unde ecuaţiile diferenţiale erau nonliniare, Shannon a făcut puţine progrese şi el ştia acest lucru.)

Petrecuse două veri lucrând pentru Bell Telephone Laboratories din New York; cei din departamentul lor de matematică lucrau şi ei la proiectul de comandă a focului şi i-au cerut lui Shannon să li se alăture. Era o muncă pentru care Analizatorul Diferenţial îl pregătise bine. Un tun aerian automat era deja analog cu im computer: el trebuia să convertească ceea ce, de fapt, erau ecuaţii diferenţiale de ordinul al doilea în mişcare mecanică; trebuia să accepte input din partea reperării telemetrice sau a noului radar experimental; şi mai trebuia să finiseze şi să filtreze datele, pentru a compensa erorile.

La Bell Labs, ultima parte a problemei părea cunoscută. Semăna cu o chestiune care încurcase comunicaţiile telefonice. Datele gălăgioase păreau un curent static de pe linie. “Există o evidentă analogie”, au raportat Shannon şi colegii lui, “între problema finisării datelor pentru a se elimina sau reduce efectul erorilor de urmărire şi problema separării unui semnal de zgomotul care deranjează sistemele de comunicaţie”.35 Datele constituiau un semnal; întreaga problemă era “un caz special de transmisie, manipulare şi utilizare de informaţii” Specialitatea lor, a celor de la Bell Labs.

Oricât de transformator fusese telegraful, oricât de miraculos părea să fie acum radioul fără fir, comunicaţia electrică însemna în acel moment telefonul. “Telefonul

vorbitor electric” a apărut mai întâi în Statele Unite, odată cu stabilirea câtorva circuite experimentale în anii 1870. La începutul secolului următor, industria telefonică depăşise telegraful la toate capitolele - număr de mesaje, mile de cablu, capital investit - şi utilizarea telefonului se dubla în câţiva ani. Niciun mister de ce: oricine putea să utilizeze un telefon. Singurele abilităţi cerute erau să vorbeşti şi să asculţi; fără scriere, coduri sau tastaturi. Oricine răspundea la sunetul vocii umane; aceasta transmitea nu numai cuvinte, ci şi sentimente.

Avantajele erau evidente - dar nu pentru oricine. Elisha Gray, un telegrafist care a fost cât pe ce să-l păcălească pe Alexander Graham Bell în calitate de inventator al telefonului, i-a spus, în 1875, juristului său pentru patente că munca nu prea merita cine ştie ce: “Pare-se că Bell îşi cheltuieşte toată energia cu telegraful vorbitor. In vreme ce acesta este foarte interesant din punct de vedere ştiinţific, în prezent nu are nicio valoare comercială, pentru că pot face mult mai multe afaceri pe o linie cu metodele deja utilizate”.36 Peste trei ani, când Theodore N. Vail a părăsit Departamentul Poştelor pentru a deveni primul manager general (şi singurul funcţionar salariat) al noii Bell Telephone Company, şeful adjunct al poştei a scris cu mânie: “îmi vine greu să cred că un om cu judecata dumneavoastră sănătoasă.. . trebuie să renunţe la tot pentru o blestemată de născocire yankee (o bucată de sârmă cu două coame de bou texan ataşate la capete, astfel aranjate încât toată socoteala să scoată mugete ca un viţel) numită telefon!”.37 In anul următor, în Anglia, inginerul-şef de la General Post Office, William Preece, raporta Parlamentului: “Cred că descrierile pe care le primim despre utilizarea lui în America sunt puţin exagerate, deşi în America există condiţii care necesită folosirea unor astfel de instrumente mai mult decât aici. Aici avem o supraabundenţă de mesageri, comisionari şi alte lucruri de acest gen. Eu am unul în biroul meu, dar mai

mult de faţadă. Dacă vreau să trimit un mesaj - folosesc un tub acustic sau îl dau unui băiat să-l ducă”“.38

Un motiv al acestor anticipaţii greşite era obişnuita lipsă de imaginaţie în faţa unei tehnologii radical noi. Telegraful era foarte vizibil, dar învăţămintele sale nu se extrapolau bine acestui nou dispozitiv. Telegraful solicita ştiinţă de carte; telefonul accepta oralitatea. Un mesaj trimis prin telegraf trebuia să fie mai întâi scris, apoi codificat şi tastat de către un intermediar calificat. Ca să utilizezi telefonul, trebuia doar să vorbeşti. Un copil putea să-l folosească. Tocmai din acest motiv părea o jucărie. De fapt, părea o jucărie destul de nepretenţioasă, făcută din cilindri de tinichea şi un şnur. Telefonul nu lăsa în urmă nicio înregistrare permanentă. *The Telephone* nu avea niciun viitor ca nume de ziar. In vreme ce telegraful se ocupa de fapte şi numere, telefonul trezea emoţii.

Noua companie Bell n-a avut greutăţi în a face din aceasta un avantaj comercial. Promotorilor săi le plăcea să-i citeze pe Pliniu: “Glasul viu este ceea ce mişcă sufletul” şi pe Thomas Middleton: “Cât de dulce sună glasul unei femei alese”. Pe de altă parte, provoca anxietate ideea de a capta şi de a reifica vocea umană - şi fonograful tocmai apăruse, la rândul său. După cum a spus un comentator, “indiferent în ce măsură un om îşi poate închide uşile şi ferestrele şi oricât de ermetic şi-ar astupa găurile cheilor şi sobele cu prosoape şi pături, orice ar spune, fie sieşi sau unui interlocutor, va fi auzit”.39 Vocile, până atunci, rămăseseră în cea mai mare parte private.

Noua invenţie trebuia să fie explicată şi, în general, procesul a început făcându-se o comparaţie cu telegraful. Erau un transmiţător şi un receptor, fire care îi conectau şi *ceva* era transmis de-a lungul firului sub formă de electricitate. In cazul telefonului, acel ceva era sunet, simplu convertit din unde de presiune asupra aerului în unde de curent electric. Un avantaj era vizibil: telefonul le-ar fi, cu siguranţă, de folos muzicienilor. Bell însuşi, călătorind prin ţară în calitate

de impresar al noii tehnologii, încuraja acest mod de gândire, făcând demonstraţii în săli de concert, unde orchestre şi coruri cântau *America* şi *Auld Lang Syne*[44] în dispozitivele sale. El îi încuraja pe oameni să considere telefonul ca pe un aparat de difuzare, cu care să trimită muzică şi predici religioase la mare distanţă, aducând sala de concert şi biserica în living room. Ziarele şi comentatorii au mers pe aceeaşi linie. Aşa se întâmplă când se analizează o tehnologie la modul abstract. De îndată ce au pus mâna pe telefoane, oamenii şi-au dat seama ce au de făcut. Ei au vorbit.

Intr-o prelegere ţinută la Cambridge, fizicianul James Clerk Maxwell a oferit o descriere ştiinţifică a conversaţiei telefonice: *9 9 9*

“Emiţătorul vorbeşte transmiţătorului de la un capăt al liniei şi, la capătul celălalt, ascultătorul pune la ureche receptorul şi aude ceea ce a spus emiţătorul. La cele două extreme, procesul este atât de exact similar cu demodata metodă de vorbire şi ascultare, încât nicio practică pregătitoare nu este necesară din partea niciunuia dintre operatori”.40 Şi el a remarcat uşurinţa utilizării.

Aşa se face că, în 1880, patru ani după ce Bell transmitea cuvintele “Domnule Watson, veniţi încoace, vreau să vă văd”, şi trei ani după ce prima pereche de telefoane a fost închiriată pentru douăzeci de dolari, peste şaizeci de mii de telefoane erau utilizate în Statele Unite. Primii clienţi cumpărau perechi de telefoane pentru comunicarea între două puncte: între o fabrică şi birourile sale, de exemplu. Regina Victoria şi-a instalat unul la castelul Windsor şi unul

44 Auld Lang Syneeste un poem scris de către poetul scoțian Robert Burnsîn 1788 și pus pe notele unui cântec popular tradițional. Este bine cunoscut îndeosebi (dar nu exclusiv) în țările anglo-saxone; se cântă de Anul Nou, la miezul nopții, dar și la funeralii, ceremonii de absolvire sau alte ocazii de despărțire sau de încheiere a unei activități comune. în engleza standard, traducerea titlului scoțian se consideră a fi „old long since", sensul general acceptat fiind ceva de genul „de dragul - sau în amintirea - vremurilor de altă dată" (n.t.).

la palatul Buckingham (fabricate din fildeş; un dar din partea isteţului Bell). Topologia s-a schimbat atunci când numărul de aparate ce puteau fi contactate de alte aparate a depăşit un prag critic, şi asta s-a întâmplat surprinzător de repede. Au apărut reţelele comunitare, multiplele lor conexiuni fiind stabilite prin intermediul unui nou aparat, numit centrală telefonică.

Faza iniţială de ignoranţă şi scepticism a trecut într-o clipită. A doua fază de amuzament şi distracţie nu a durat mult mai mult. Afacerile au uitat rapid rezervele lor faţă de seriozitatea aparatului. Oricine putea fi acum un profet al telefonului - unele din aceleaşi previziuni fuseseră deja auzite în legătură cu telegraful -, dar cele mai inspirate comentarii au venit din partea celor care s-au concentrat asupra forţei sale exponenţiale de interconectare. *Scientific American* evalua "viitorul telefonului" chiar în 1880 şi sublinia formarea unor "mici grupuri de oameni care comunică telefonic". Cu cât mai largă reţeaua şi mai diverse interesele, cu atât ar fi mai mare potenţialul său.

Ceea ce telegraful a realizat în ani telefonul a făcut în luni. Un an, a fost o jucărie ştiinţifică, având infinite posibilităţi de utilizare practică; în anul următor, era baza sistemului de comunicaţie, cu cea mai mare viteză de expansiune, fiind cel mai complex şi cel mai convenabil din câte a cunoscut lumea. Curând, va fi regula şi nu excepţia în firmele de afaceri, dar şi în locuinţele celor înstăriţi, interconectaţi prin intermediul mesajelor telefonice, nu doar în marile noastre oraşe, ci în toate regiunile mai îndepărtate. Rezultatul poate fi nu mai puţin decât o nouă organizare a societăţii - o stare de lucruri în care fiecare individ, oricât de izolat, va putea să contacteze oricare alt individ din comunitate, scăpând de nenumărate complicaţii sociale şi din sfera afacerilor, de drumuri inutile înainte şi înapoi, decepţii, amânări şi o mulţime de mari şi mici necazuri şi supărări.

Se apropie timpul când membrii risipiţi ai comunităţilor civilizate vor fi la fel de strâns uniţi, în măsura în care ne referim la comunicarea telefonică, pe cât diferitele părţi ale trupului sunt acum unite de sistemul nervos.41

Membrii risipiţi ce utilizau telefoane numărau jumătate de milion în 1890; în 1914, erau 10 milioane. Se credea, corect, că telefonul era responsabil de progresul industrial rapid. Rolul său cu greu putea fi supraestimat. Domeniile dependente de "comunicaţii instantanee la distanţă" au fost listate de către Departamentul pentru Comerţ al Statelor Unite: "agricultură, minerit, comerţ, producţia de bunuri, transporturi şi, de fapt, toate ramurile producţiei şi distribuţiei de resurse naturale şi artificiale".42 Ca să nu mai pomenim de "cizmari, curăţătorii de haine şi chiar spălătorese". Cu alte cuvinte, fiecare angrenaj din motorul economiei. "Existenţa traficului telefonic este în esenţă un indicator al timpului economisit", comenta departamentul. Acesta remarca schimbări în structura vieţii şi a societăţii care vor părea noi peste un secol: "In ultimii ani, am asistat la o asemenea expansiune a liniilor telefonice prin diferitele districte ale ţării în care se află staţiuni de recreere, încât a devenit posibil pentru oamenii de afaceri să-şi părăsească birourile timp de mai multe zile şi totuşi să fie în strânsă legătură cu birourile lor". în 1908, John J. Carty, care a devenit primul şef al Bell Laboratories, oferea o analiză pe bază de date ca să arate cum telefonul modelase orizontul metropolei New York - argumentând că telefonul, tot atât cât şi ascensorul, făcuse posibili zgârie-norii.

Ar putea să sune ridicol a spune că Bell şi succesorii lui au fost părinţii arhitecturii comerciale moderne - ai turnului zgârie-nori. Dar staţi puţin. Să luăm Singer Building, Flatiron Building, Broad Exchange, Trinity sau oricare alt gigantic sediu de birouri. Câte mesaje presupuneţi că intră şi ies zilnic în şi din aceste clădiri? Presupuneţi că nu ar exista niciun telefon şi că fiecare mesaj ar trebui să fie transmis de către un mesager. Cât spaţiu ar mai lăsa pentru birouri

ascensoarele? Astfel de construcţii ar fi o imposibilitate economică.43

Pentru a propulsa rapida expansiune a acestei reţele extraordinare, telefonul necesita noi tehnologii şi o nouă ştiinţă. Acestea erau, în mare, de două tipuri. Unul avea de-a face cu însăşi electricitatea: măsurarea cantităţilor de electricitate; controlul undei electromagnetice, după cum era acum înţeleasă - modulaţia ei de amplitudine şi de frecvenţă. Maxwell stabilise, în anii 1860, că impulsurile electrice, magnetismul şi însăşi lumina erau toate manifestări ale unei singure forţe: "afecţiuni ale aceleiaşi substanţe", lumina fiind încă un caz de "perturbaţie electromagnetică propagată în câmp în acord cu legile electromagnetismului".44 Acestea erau legile pe care acum specialiştii în inginerie electrică trebuiau să le aplice, unificând telefonul şi radioul printre alte tehnologii. Chiar şi telegraful folosea o modulaţie simplă de amplitudine, în care contau numai două valori, un maximum pentru "deschis" şi un minimum pentru "închis". Pentru transmiterea sunetului, era nevoie de un curent mult mai puternic şi mult mai fin controlat. Inginerii trebuiau să înţeleagă feedbackul: o cuplare a ieşirii unui amplificator de putere, precum un microfon de telefon, cu intrarea sa. Trebuiau să proiecteze relee din tuburi cu vid pentru a transporta curentul electric la mare distanţă, făcând posibilă prima linie transcontinental în 1914, între New York şi San Francisco, 3 400 de mile de cablu agăţat pe 130 000 de stâlpi. Inginerii au descoperit, de asemenea, cum să moduleze curenţii individuali astfel încât să-i combine într-un singur canal - multiplexing - fără a-şi pierde identitatea. In 1918, puteau să obţină patru convorbiri pe o singură pereche de cabluri. Dar nu *curenţii* păstrau identitatea. înainte ca inginerii să-şi fi dat seama, ei gândeau în termeni de transmitere a unui *semnal*, o entitate abstractă, cu totul distinctă de undele electrice în care era încorporată.

Un al doilea gen de ştiinţă, nu atât de bine definit, privea organizarea conexiunilor - comutarea, numerotarea şi logica. Această ramură descindea din înţelegerea originală de către Bell, datând din 1877, a faptului că telefoanele nu au nevoie să se vândă în perechi; că fiecare telefon individual putea fi conectat cu multe alte telefoane, nu prin fire directe, ci printr-un dispecerat central. George W. Coy, un telegrafist din New Haven, Connecticut, a construit acolo prima "centrală telefonică", dotată cu "ştifturi" şi "prize" făcute din bolţuri de trăsură şi sârme de la groapa cu vechituri. L-a patentat şi a servit drept primul "operator" telefonic din lume. Tot făcând şi desfăcând legăturile, ştifturile se uzau rapid. O îmbunătăţire timpurie a fost o balama de doi inchi, semănând cu un briceag - jackknife: "comutatorul jack-knife" sau, cum a fost numit în scurt timp, "jack". In ianuarie 1878, centrala lui Coy putea să conducă două convorbiri simultane între oricare dintre cei douăzeci şi unu de clienţi ai reţelei. In februarie, Coy a publicat o listă de abonaţi: el şi câţiva prieteni; mai multi doctori şi dentişti: oficiul poştal, secţia de poliţie şi clubul comercial; şi câteva pieţe de came şi peşte. Aceasta a fost numită prima carte de telefon din lume, dar cu greu putea fi considerată aşa ceva: o pagină, neordonată alfabetic şi fără numere asociate cu numele. Numărul de telefon urma să fie inventat.

Acea invenţie a venit în anul următor din Lowell, Massachusetts, unde, la sfârşitul lui 1879, patru operatori administrau legăturile dintre două sute de abonaţi urlând unul la altul prin camera unde se afla dispeceratul. A izbucnit o epidemie de pojar şi dr. Moses Greeley Parker s-a temut că, dacă operatorii sucombau, ar fi fost greu de înlocuit. El a sugerat identificarea fiecărui telefon după număr. El a mai sugerat listarea numerelor într-un registru alfabetic al abonaţilor. Aceste idei nu puteau fi patentate şi s-au răspândit prin legături telefonice în toată ţara, unde reţelele ce înmugureau creau grămezi de date ce aveau

nevoie de organizare. Cărţile de telefoane au reprezentat, în curând, cea mai cuprinzătoare evidenţă a populaţiei şi cel mai complet registru de adrese încercate vreodată. (Ele au devenit cele mai groase şi cele mai dense dintre cărţile lumii - patru volume pentru Londra; un tom de 2 600 de pagini pentru Chicago - şi au părut a fi o componentă permanentă, indispensabilă a ecologiei informaţiei lumii până când, subit, nu au mai fost. Au ajuns demodate, efectiv, la începutul secolului al XXI-lea. Companiile americane de telefonie le-au eliminat oficial în 2010; la New York, sfârşitul livrării automate a cărţii de telefon a economisit, potrivit estimărilor, 5 000 de tone de hârtie.)

La început, clienţii n-au privit cu ochi buni impersonalitatea numerelor de telefon, iar inginerii se îndoiau că lumea ar putea să memoreze un număr format din mai mult de patru sau cinci cifre. Compania Bell a trebuit să insiste până la urmă. Primii operatori de telefonie erau nişte băietani, angajaţi cu salarii mici din rândurile mesagerilor din telegrafie, dar în toate centralele telefonice s-a constatat că băieţii erau cam sălbatici, predispuşi la clovnerii, glume şi renghiuri, fiind găsiţi mai degrabă luându-se la trântă pe podele decât stând pe scaune ca să presteze munca extenuantă şi repetitivă a unui operator de centrală telefonică.45 O nouă sursă de muncă ieftină era disponibilă şi, în 1881, întreg personalul din centralele telefonice era practic format din femei. La Cincinnati, de exemplu, W.H. Eckert a raportat că angajase şaizeci şi şase de “tinere doamne”, care erau “cu mult superioare” băieţilor: “Simt mai serioase, nu beau bere şi sunt mereu disponibile”.47 Abia dacă mai era nevoie să adauge că o femeie putea fi plătită la fel sau mai prost decât un adolescent. Era o muncă solicitantă şi, curând, a avut nevoie de pregătire profesională. Operatoarele trebuiau să distingă rapid multe voci şi accente diferite, să păstreze un echilibru politicos faţă de nerăbdare şi bădărănie, în timp ce efectuau multe ore de exerciţii fizice cu partea superioară a corpului,

purtând căştile ca pe nişte hamuri. Unii bărbaţi credeau că le face bine. “Acţiunea de întindere a braţelor deasupra capului, spre stânga şi spre dreapta, le dezvoltă pieptul şi braţele”, spunea *Enciclopedia oricărei femei*, “şi transformă fetele delicate şi slăbănoage în femei puternice. Nu există fete anemice, cu aspect nesănătos în centralele telefonice”.47 împreună cu altă nouă tehnologie, maşina de scris, centrala telefonică a catalizat intrarea femeilor în rândurile gulerelor albe de pe piaţa forţei de muncă, însă batalioanele de operatori umani nu puteau să susţină o reţea la scara ce se profila. Conectarea trebuia să se execute automat.

Aceasta însemna ca o legătură mecanică să preia de la apelant nu numai sunetul vocii sale, ci şi un număr - identificând o persoană sau cel puţin un alt telefon. Sarcina de a converti un număr în formă electrică cerea şi ea ceva inventivitate: întâi, s-a încercat apăsarea pe nişte butoane, apoi, a apărut un disc cu aspect ciudat, cu zece poziţii pentru degete, indicând cifrele zecimale, ce trimitea impulsuri pe linie. Apoi, impulsurile codificate serveau drept agent de comandă la centrala telefonică, unde un alt mecanism selecta dintr-o mulţime de circuite şi stabilea o legătură. Toate acestea laolaltă creau un grad de complexitate fără precedent în ceea ce priveşte dialogul dintre om şi maşină, numărul şi construcţia de circuite. Ideea nu i-a scăpat companiei, căreia îi plăcea să-şi promoveze centralele sale automate ca pe nişte “creiere electrice”. După ce au împrumutat din telegrafie releul electromecanic - folosind un circuit pentru a comanda un altul -, companiile de telefonie i-au redus dimensiunile şi greutatea la mai puţin de patru uncii şi produceau acum mai multe milioane anual.

“Telefonul rămâne culmea miracolelor electrice”, scria un istoric în 1910 - deja un istoric al telefonului. “Niciun alt lucru nu face atât de multe cu atât de puţină energie. Niciun alt lucru nu este atât de înfăşurat în necunoscut.”48

New York City avea câteva sute de mii de abonaţi telefonici şi *Scribner's Magazine* sublinia acest fapt uimitor: “Oricare doi din acest mare număr pot, în cinci secunde, să fie conectaţi unul cu celălalt, atât de rapid a ţinut pasul ştiinţa inginerească cu nevoile publicului”.49 Pentru a face conexiunile, centrala devenise un monstru de două milioane de componente, 4 000 de mile de cablu şi 15 000 de lămpi de semnalizare.50 în 1925, când mai multe grupuri de cercetători în domeniul telefoniei s-au reunit formal în cadrul Bell Telephone Laboratories, un “localizator de linie” mecanic, cu o capacitate de 400 de linii, înlocuia comutatoarele electromecanice rotative cu 22 de contacte. American Telephone & Telegraph Company îşi consolida monopolul. Inginerii se străduiau să micşoreze timpul de căutare. La început, apelurile la mare distanţă necesitau legătura cu un al doilea operator, numit “vameş”, şi aşteptarea unui apel invers din partea acestuia; curând interconectarea centralelor locale trebuia să permită apelarea automată. Complicaţiile erau tot mai numeroase. Bell Labs aveau nevoie de matematicieni.

Ceea ce a început ca Departament Consultativ de Matematică a evoluat într-un centru de matematică aplicată fără pereche. Nu semăna cu prestigioasele citadele, Harvard şi Princeton. In lumea academică, abia era vizibil. Primul său director, Thornton C. Fry, savura tensiunea dintre teorie şi practică - culturi în coliziune. “Pentru matematician, un argument este sau perfect în toate detaliile sau este greşit”, a scris el în 1941. “El numeşte aceasta «gândire riguroasă». Inginerul tipic îi spune «despicarea firului în patru».”

Matematicianul tinde, totodată, să idealizeze fiecare situaţie cu care se confruntă. Gazele sale sunt “ideale”, conductorii lui “perfecţi”, suprafeţele sale “netede” El numeşte aceasta “a merge la esenţă” Inginerii îi vor spune, probabil, “ignorarea faptelor”.51

Cu alte cuvinte, matematicienii şi inginerii nu se puteau descurca unii fără ceilalţi. Fiecare inginer în electricitate putea acum să aplice analiza de bază a undelor tratate ca semnale sinusoidale. Dar noi dificultăţi au apărut în înţelegerea acţiunii reţelelor; au fost concepute teoreme despre reţele pentru a le trata matematic. Matematicienii au aplicat teoria statului la rând în cazurile de conflict în utilizare; au elaborat grafice şi arbori pentru a rezolva problemele liniilor şi trunchiurilor intercity; şi au folosit analiza combinatorie pentru a sparge problemele de probabilitate telefonică.

Mai era şi zgomotul. La început (pentru Alexander Bell, de exemplu), acesta părea să fie o problemă pentru teoreticieni. Pur şi simplu era prezent, aglomerând mereu linia - păcăneli, sâsâieli, pârâituri care alterau sau interferau cu vocea intrată în microfon. Deranja şi emisiile radio. In cel mai bun caz, stătea în fundal şi lumea abia îl băga de seamă; în cel mai rău, abundenţa acestor buruieni stimula imaginaţia clienţilor:

Erau scuipaţi şi bolboroseli, smucituri şi zăngăneli, fluierături şi ţipete. Erau foşnete de frunze, orăcăieli de broască, şuierat de aburi şi bătăi de aripi de pasăre. Erau clicuri de pe firele de telegraf, fărâme de convorbiri de pe alte telefoane, mici guiţături ce nu semănau cu niciun alt sunet cunoscut. Noaptea era mai zgomotoasă decât ziua şi, la ora spectrală a miezului de noapte, dintr-un motiv straniu, neştiut de nimeni, acest babei ajungea la culme.52

Insă inginerii puteau acum *să vadă* zgomotul pe osciloscoapele lor, alterând şi interferând cu undele lor curate şi, firesc, ei voiau să îl măsoare, chiar dacă era ceva donquijotesc în a măsura o pacoste atât de aleatorie şi de fantomatică. Exista o soluţie, de fapt, şi Albert Einstein arătase în ce consta.

In 1905, anul său de graţie, Einstein a publicat o lucrare despre mişcarea browniană, mişcarea aleatorie, nervoasă a unor particule infime suspendate într-un fluid. Antony van

Leeuwenhoek o descoperise cu microscopul său primitiv şi fenomenul era denumit după Robert Brown, botanistul scoţian care l-a studiat cu atenţie în 1827: mai întâi, polenul în apă, apoi, funinginea şi pulberi de rocă. Brown s-a convins de faptul că aceste particule nu erau vii - nu erau animalculi - şi totuşi nu puteau sta locului. Printr-un tur de forţă matematic, Einstein a explicat fenomenul ca pe o consecinţă a energiei calorice a moleculelor, a căror existenţă a dovedit-o prin aceasta. Particule vizibile la microscop, precum polenul, sunt bombardate de ciocniri moleculare şi sunt destul de uşoare pentru a fi zdruncinate aleatoriu încoace şi-ncolo. Fluctuaţiile particulelor, individual impredictibile, în ansamblu exprimă legile mecanicii statistice. Deşi fluidul poate fi în repaus şi sistemul în echilibru termodinamic, mişcarea neregulată se păstrează, cât timp temperatura este peste zero absolut. Prin aceeaşi dovadă, el a arătat că agitaţia termică aleatorie ar afecta, de asemenea, electronii liberi din orice conductor electric - producând zgomot.

Fizicienii au acordat puţină atenţie aspectelor electrice ale lucrării lui Einstein şi abia în 1927 zgomotul termic din circuite a fost pus pe baze matematice riguroase, de către doi suedezi ce lucrau la Bell Labs. John B. Johnson a fost primul care a măsurat ceea ce el şi-a dat seama că era un zgomot intrinsec circuitului, în opoziţie cu dovezile unei proiectări defectuoase. Apoi, Harry Nyquist a explicat fenomenul, derivând formule ale fluctuaţiilor curentului şi voltajului într-o reţea idealizată. Nyquist era fiul unui fermier şi cizmar, al cărui nume originar fusese Lars Jonsson, dar care a trebuit să-şi găsească un nou nume deoarece cutia lui poştală era confundată cu cea a unui alt Lars Jonsson. Familia Nyquist migrase în Statele Unite pe când Harry era adolescent; şi-a croit drumul din Dakota de Nord spre Bell Labs trecând pe la Yale, unde şi-a luat doctoratul în fizică. întotdeauna păruse să privească lucrurile în ansamblu - ceea ce nu însemna telefonia în sine. încă din

1918, a început să elaboreze o metodă de transmitere a pozelor pe fir: “telefotografia”. Ideea lui era să pună o fotografie pe un tambur rotitor, să o scaneze şi să genereze curenţi proporţionali cu luminozitatea imaginii. în 1924, compania avea un prototip de lucru care putea să trimită o fotografie de cinci pe şapte inchi în şapte minute. Dar, în acest timp, Nyquist privea şi în urmă şi, în acelaşi an, la o convenţie a inginerilor de electricitate din Philadelphia, a susţinut o expunere cu un titlu modest: “Anumiţi factori care afectează viteza telegrafului”.

Se ştiuse încă din zorii telegrafiei că unităţile fundamentale ale mesajelor erau discrete: puncte şi liniuţe. A devenit la fel de evident în era telefoniei că, dimpotrivă, informaţia utilă era continuă: sunete şi culori, topindu-se unele în celelalte, amestecându-se perfect de-a lungul unui spectru de frecvenţe. Deci, care era [unitatea de măsură]? Fizicieni precum Nyquist se ocupau de curentul electric în formă ondulatorie, chiar şi atunci când transmiteau semnale discrete de telegraf. In prezent cea mai mare parte a curentului dintr-o linie de telegraf era irosită. Conform modului de gândire al lui Nyquist, dacă acele semnale continue ar putea să reprezinte ceva atât de complex precum vocea, atunci materialul simplu al telegrafiei era numai im caz special. Concret, era un caz special de modulaţie în amplitudine, în care singurele amplitudini interesante erau *deschis* şi *închis*. Tratând semnalele telegrafice ca impulsuri de formă ondulatorie, inginerii puteau să accelereze transmiterea lor şi le puteau combina într-un singur circuit - şi puteau, de asemenea, să le combine cu canalele de voce. Nyquist voia să ştie *cât de mult* - câte date telegrafice, cât de rapid. Ca să răspundă la această întrebare, el a găsit o abordare ingenioasă de convertire a undelor continue în date care erau discrete, sau “digitale”. Metoda lui Nyquist consta în a măsura undele la anumite intervale, convertindu-le astfel în unităţi numărabile.

Un circuit transporta unde de foarte multe frecvenţe: o “bandă” de unde, ar spune inginerii. Gama de frecvenţe - lărgimea acelei benzi sau “lărgimea de bandă” - servea drept măsură a capacităţii circuitului. O linie telefonică putea să conducă frecvenţe între 400 şi 3 400 de hertzi sau unde pe secundă, pentru o lărgime de bandă de 3 000 de hertzi. (Aceasta ar fi acoperit cea mai mare parte din sunetele unei orchestre, dar notele acute ale picculinei ar fi fost tăiate.) Nyquist voia să pună toate acestea într-o expresie de cât mai mare generalitate. A calculat o formulă pentru “viteza de transmisie de informaţii”.53 Pentru a transmite informaţii cu o anumită viteză, a arătat el, un canal are nevoie de o anumită lărgime de bandă, care să fie măsurabilă. Dacă lărgimea de bandă era prea mică, ar fi necesară încetinirea transmisiei (însă, în timp şi cu ingeniozitate, s-a înţeles mai târziu, chiar mesajele complexe puteau fi trimise printr-un canal de foartă mică lărgime de frecvenţă: o tobă, de exemplu, lovită cu mâna, scoţând sunete de numai două tonalităţi.)

Colegul lui Nyquist, Ralph Hartley, care-şi începuse cariera ca expert în receptoare radio, a extins aceste rezultate într-o expunere din vara lui 1927, la un congres internaţional ţinut pe ţărmul lacului Como din Italia. Hartley a folosit un cuvânt diferit, “informaţie”. Era o bună ocazie pentru idei măreţe. Savanţii se adunaseră din toată lumea pentru centenarul morţii lui Alessandro Volta. Niels Bohr a vorbit despre noua teorie cuantică şi a introdus pentru prima oară conceptul său de complementaritate. Hartley le-a oferit ascultătorilor săi atât o teoremă fundamentală, cât şi un nou set de definiţii.

Teorema era o extindere a formulei lui Nyquist şi se putea exprima în cuvinte: cantitatea maximă de informaţie care poate fi transmisă în orice timp dat este proporţională cu gama de frecvenţă disponibilă (el nu a folosit termenul *lărgime de bandă*). Hartley scotea la iveală un set de idei şi presupoziţii care deveneau parte din cultura inconştientă a

ingineriei electrice şi, în special, din cultura celor de la Bell Labs. Mai întâi, era însăşi ideea de informaţie. A trebuit să înţepe cu un ac un fluture pe tablă. “In uzul comun”, a spus el, “informaţia este un termen foarte elastic”. Este materialul comunicării - care, în schimb, poate fi vorbire directă, scriere sau orice altceva. Comunicarea are loc prin intermediul simbolurilor - Hartley a citat drept exemple “cuvinte” şi “puncte şi liniuţe”. De comun acord, simbolurile transmit “semnificaţie”. Până aici, un concept alunecos după altul. Dacă scopul era să se “elimine factorii psihologici implicaţi” şi să se stabilească o măsură “în termeni de cantităţi pur fizice”54, Hartley avea nevoie de ceva definit şi numărabil. El a început cu numărarea simbolurilor - nu contează care le era semnificaţia. Orice transmisie conţinea un număr calculabil de simboluri. Fiecare simbol reprezenta o alegere; fiecare era selectat dintr-un anumit set de simboluri posibile - un alfabet, de exemplu -, iar numărul de posibilităţi era, de asemenea, calculabil. Numărul cuvintelor posibile nu este uşor de socotit, însă chiar în limba de toate zilele, fiecare cuvânt reprezintă o selecţie dintr-o mulţime de posibilităţi:

De exemplu, în propoziţia “Merele sunt roşii7', primul cuvânt a eliminat alte genuri de fructe şi toate celelalte obiecte în general. Al doilea îndreaptă atenţia către o proprietate sau condiţie a merelor, iar cel de-al treilea elimină alte culori posibile.

Numărul de simboluri disponibile la fiecare selecţie variază evidentîn mare măsură în funcţie de tipul de simboluri utilizate, de particularităţile comunicatorilor şi de gradul anterior de înţelegere dintre ei.55

Hartley a trebuit să admită că unele simboluri ar putea să transmită mai multă informaţie, potrivit înţelesului *comun* al termenului, decât altele. “De exemplu, un singur cuvânt, «da» sau «nu», atunci când încheie o discuţie prelungită, poate avea o semnificaţie extraordinar de mare.” Ascultătorii puteau găsi ei înşişi propriile lor exemple. Dar

ideea era scoaterea cunoaşterii umane din ecuaţie. Telegrafele şi telefoanele sunt, la urma urmei, tâmpite.

Cantitatea de informaţie, părea intuitiv limpede, trebuie să fie proporţională cu numărul de simboluri: de două ori mai multe simboluri, de două ori mai multă informaţie. Dar un punct sau o liniuţă - un simbol dintr-o mulţime cu numai doi membri - poartă mai puţină informaţie decât o literă din alfabet şi mult mai puţină informaţie decât un cuvânt ales dintr-un dicţionar de o mie de termeni. Cu cât simt mai multe simboluri posibile, cu atât mai multă informaţie poartă fiecare alegere. Cu cât mai multă? Ecuaţia, după cum a scris-o Hartley, era următoarea:

$H = n \log s$ unde H este cantitatea de informaţie, n este numărul de simboluri transmise, iar s este mărimea alfabetului. Intr-un sistem punct-liniuţă, s este numai 2. Un singur caracter chinezesc are o încărcătură cu mult mai mare decât un punct sau o liniuţă Morse; este cu atât de mult mai valoros. într-un sistem cu un simbol pentru fiecare cuvânt dintr-un dicţionar de o mie de termeni, s ar avea valoarea 1000.

Totuşi, cantitatea de informaţie nu este proporţională cu dimensiunile alfabetului. Relaţia este logaritmică: pentru dublarea cantităţii de informaţie, este necesară cvadruplarea dimensiunilor alfabetului. Hartley a ilustrat acest lucru în termenii unui imprimator telegrafic - o amestecătură de dispozitive, de la unele învechite la altele de ultima modă, imprimate în circuite electrice. Astfel de telegrafe utilizau tastaturi aranjate conform unui sistem elaborat în Franţa de către Emile Baudot. Operatorii umani foloseau tastaturile, cu alte cuvinte - dispozitivul traducea aceste apăsări pe taste, ca de obicei, în deschiderea şi închiderea contactelor telegrafului. Codul Baudot utiliza cinci unităţi ca să transmită fiecare caracter, astfel încât numărul caracterelor posibile era 25 sau 32. în termeni de conţinut informaţional, fiecare astfel de caracter era de

cinci ori mai valoros - nu de treizeci şi două de ori - decât unităţile sale binare de bază.

Intre timp, telefoanele trimiteau prin reţea vocile lor umane prin binecuvântate şi curbilinii unde analogice. Unde erau simbolurile în acestea? Cum puteau ele să fie numărate?

Hartley l-a urmat pe Nyquist în argumentarea că o curbă continuă trebuie gândită ca limită de care apropierea se face printr-o succesiune de paşi discreţi şi că paşii pot fi recuperaţi, de fapt, prin prelevarea de probe de unde la intervale de timp. In acest mod, telefonia ar putea fi supusă aceluiaşi tratament matematic ca şi telegrafia. Printr-o analiză nefinisată, însă convingătoare, el a arătat că în ambele cazuri cantitatea totală de informaţie ar depinde de doi factori: timpul disponibil de transmisie şi lărgimea de bandă a canalului. Discurile de fonograf şi filmele puteau fi analizate în acelaşi mod.

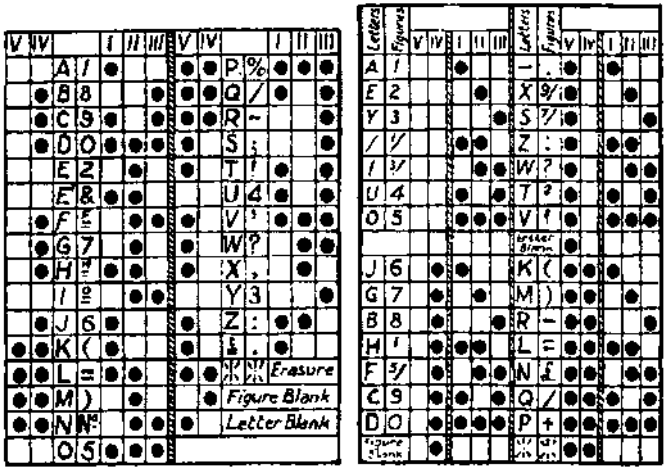
Aceste vechi lucrări ale lui Nyquist şi Hartley au atras puţin atenţia imediat după publicarea lor. Cu greu s-ar fi potrivit oricărei reviste prestigioase de matematică sau fizică, însă Bell Labs aveau revista lor, *The Bell System Technical Journal*, iar Claude Shannon le-a citit acolo. El a sorbit intuiţiile

Codul Baudot matematice, chiar dacă erau abia schiţate - primii paşi stângaci înspre o ţintă fantomatică. A remarcat, de asemenea, şi dificultăţile pe care amândoi le aveau în a-şi defini termenii. “Prin viteza transmisiei de informaţie se înţelege numărul de caractere, reprezentând diferite litere, cifre etc., care pot fi transmise într-un interval de timp dat.”56 Caractere, litere, cifre: greu de numărat. Erau şi concepte, pentru care abia urmau să fie inventaţi termeni: “capacitatea unui sistem de a transmite succesiuni particulare de simboluri...”57.

Shannon a simţit perspectiva unificării. Inginerii de comunicaţii nu discutau numai despre fire, ci şi despre aer, “eterul”, şi chiar despre benzi perforate. Ei cercetau nu

numai cuvinte, ci şi sunete şi imagini. Ei îşi reprezentau întreaga lume ca mulţime de simboluri, în electricitate.

232 Informaţia Fir i, logică nouă



TEORIA INFORMAŢIEI J

(TOT CEEA CE URMĂRESC ESTE UN CREIER TERESTRU)

Poate că a propune o teorie a informaţiei şi a procesării ei seamănă puţin cu a construi o cale ferată transcontinental. Poţi să începi de la est, încercând să înţelegi cum pot agenţii să proceseze ceva, şi să te îndrepţi către vest. Sau poţi să porneşti de la vest, încercând să înţelegi ce este informaţia, şi să te îndrepţi către est. Se speră că cele două linii se vor întâlni.1

- John Barwise (1986)

Pe când războiul era în toi, la începutul anului 1943, doi gânditori cu spirite înrudite, Claude Shannon şi Alan Turing, seîntâlneau zilnic la ceai în bufetul de la Bell Labs şi nu-şi vorbeau despre munca lor, pentru că era secretă.2 Amândoi deveniseră cri ptoa na li şti. însăşi prezenţa lui Turing la Bell Labs era într-un fel secretă. Venise la bordul vasului *Queen Elizabeth*, navigând în zigzag ca să evite submarinele germane, după triumful clandestin de la Bletchley Park, unde fusese descifrată Enigma, codul utilizat de armata germană pentru comunicaţiile sale critice

(inclusiv semnalele către submarine). Shannon lucra la un Sistem X, folosit pentru criptarea conversaţiilor dintre Franklin D. Roosevelt de la Pentagon şi Winston Churchill, aflat în comandamentul său de Război. Sistemul opera interferând cu semnalul vocal analogic de cincizeci de ori pe secundă - "cuantizând" sau "digitalizând" acest semnal - şi mascându-l prin aplicarea unei chei aleatorii, care s-a întâmplat să aibă o mare asemănare cu zgomotul de circuit, cu care inginerii erau atât de obişnuiţi. Shannon nu a proiectat sistemul; el a fost însărcinat să-l analizeze teoretic şi - se spera - să demonstreze că nu putea fi spart. El s-a achitat de această sarcină. A fost clar mai târziu că aceşti bărbaţi, fiecare de pe câte un ţărm al Atlanticului, făcuseră mai mult decât oricine altcineva pentru a transforma criptografia dintr-o artă într-o ştiinţă, dar, în acel moment, creatorii şi spărgătorii de coduri nu vorbeau unii cu ceilalţi.

Evitând acest subiect, Turing i-a arătat lui Shannon o lucrare pe care o scrisese în urmă cu şapte ani, intitulată "Despre numerele calculable", cu privire la capacităţile şi limitele unei maşini de calcul idealizate. Au discutat despre o altă temă, care s-a dovedit a fi pe placul inimilor lor, posibilitatea maşinilor de a învăţa să gândească. Shannon a propus alimentarea unui creier electronic cu "lucruri culturale", cum ar fi muzica, şi s-au luat la întrecere în cutezanţă, Turing exclamând odată: "Nu, nu mă interesează dezvoltarea unui creier *puternic*. Tot ceea ce urmăresc este un creier *terestru*, ceva asemănător cu preşedintele companiei American Telephone & Telegraph".3 Era aproape impudic să vorbeşti despre maşini gânditoare în 1943, când nici tranzistorul, nici computerul electronic nu se născuseră încă. Viziunea pe care o împărtăşeau Shannon şi Turing nu avea nimic de-a face cu electronica: era vorba de logică.

Pot maşinile să gândească? era o întrebare având o scurtă şi puţin bizară tradiţie - bizară pentru că maşinile erau atât de categoric fizice în substanţa lor. Charles Babbage şi Ada Lovelace se aflau aproape de începutul acestei tradiţii, deşi

ei fuseseră uitaţi, iar acum urmele duceau până la Alan Turing, care a făcut ceva cu adevărat bizar: a conceput o maşină cu capacităţi ideale în domeniul mental şi a arătat ceea ce ea *nu* putea să facă. Maşina lui nu a ajuns niciodată să existe (exceptând faptul că acum există peste tot). Era numai un experiment mental.

In paralel cu problema privind ceea ce o maşină ar putea să facă, se ridica o altă problemă: ce sarcini erau *mecanice* (un vechi cuvânt cu noi semnificaţii). Acum, că maşinile puteau să cânte muzică, să capteze imagini, să ghideze tunurile antiaeriene, să conecteze apeluri telefonice, să comande linii de asamblare şi să efectueze calcule matematice, cuvântul nu mai părea atât de peiorativ. Dar numai fricoşii şi superstiţioşii îşi imaginau că maşinile ar putea fi creative, originale sau spontane; acele calităţi erau opuse *mecanicului*, care însemna ceva automat, fix şi rutinier. Acest concept era acum la îndemâna filosofilor. Un exemplu de obiect intelectual care putea fi numit mecanic era algoritmul: un alt termen nou pentru ceva ce existase dintotdeauna (o reţetă, un set de instrucţiuni, o procedură pas cu pas), dar care acum reclama recunoaşterea formală. Babbage şi Lovelace lucraseră cu algoritmi, fără să-i numească. Secolul XX le-a acordat algoritmilor un rol central - începând din acel moment.

Turing era proaspăt absolvent şi asistent la King's College din Cambridge când i-a prezentat profesorului său, în 1936, lucrarea sa despre numerele calculable. Titlul complet se termina cu o înfloritură extravagantă în limba germană: era “Despre numerele calculable, cu o aplicaţie la *Entscheidungsproblem*” “Problema deciziei” era o provocare lansată de către David Hilbert la Congresul Internaţional al Matematicienilor, din 1928. Poate cel mai influent matematician din acel moment, la fel ca şi Russell şi Whitehead, Hilbert credea cu fervoare în misiunea de a înfige rădăcinile matematicii într-o solidă fundaţie logică - “*In der Mathematik gibt es kein Ignorabimus*”, a declarat el.

(“în matematică nu există niciun fel de *nu se va şti*”) Fireşte că matematica avea multe probleme nerezolvate, unele chiar celebre, precum ultima teoremă a lui Fermat şi ipoteza lui Goldbach - propoziţii care păreau să fie adevărate, dar care nu fuseseră demonstrate. Nu fuseseră încă demonstrate, credeau cei mai multi. Exista o pre-supoziţie, chiar o credinţă, că orice adevăr matematic ar fi demonstrabil, cândva.

Entscheidungsproblem consta în a găsi o procedură riguroasă, pas cu pas, prin care, dat fiind un limbaj formal de raţionare deductivă, se poate produce o demonstraţie în mod automat. Acesta era visul lui Leibniz resuscitat: exprimarea tuturor raţionamentelor valide prin reguli mecanice. Hilbert a pus problema sub formă de întrebare, dar el era optimist. Credea sau spera că ştie răspunsul. Era exact momentul când, în acel moment de cumpănă a apelor în matematică şi logică, Gödel a introdus în joc teorema sa de incompletitudine. In parfumul său, cel puţin, rezultatul lui Gödel părea un antidot perfect al optimismului afişat de Hilbert, ca şi de către Russell. Insă, de fapt, Gödel lăsa *Entscheidungsproblem* fără răspuns. Hilbert făcuse o distincţie între următoarele trei întrebări:

Este matematica completă?
Este matematica necontradictorie?
Este matematica decidăbilă?[45]

45 Problema deciziei în orice calcul logic se referă la stabilirea cu certitudine a valorii de adevăr a oricărei expresii sau formule bine alcătuite în limbajul calculului respectiv. De exemplu, în calculul prepoziţional, există trei tipuri posibile de formule: tautologii - mereu adevărate, indiferent de valorile de adevăr ale variabilelor prepoziţionale pe care le conţin (de exemplu, A > B & B > C |- A > C); contradicţii logice - false în toate cazurile (de exemplu, A > B & B > A H A = B) şi formule realizabile - câteodată adevărate, alteori false, în funcţie de valorile de adevăr ale variabilelor prepoziţionale pe care le conţin (de exemplu, A & B -» C E A). Sau, intuitiv, în limbajul natural, propoziţia „Toate pătratele sunt romburi cu un unghi drept" este tautologică sau analitic adevărată; „Orice triunghi dreptunghic are toate unghiurile ascuţite" este o contradicţie logică sau analitic falsă; iar

Gödel a arătat că matematica nu poate fi deopotrivă completă şi necontradictorie sau consistentă, cel puţin nu în totalitatea ei. Chiar dacă un sistem particular închis de logică formală trebuie să conţină propoziţii care nu pot fi nici demonstrate, nici respinse dinlăuntrul sistemului, acesta putea fi conceput ca decidabil, după cum şi era, prin intermediul unui arbitru din afară - o logică sau nişte reguli externe.[46]

Alan Turing, la numai douăzeci şi doi de ani, nefamiliarizat cu mare parte din literatura relevantă, atât de izolat în deprinderile sale de muncă, încât profesorul său era îngrijorat de perspectiva ca el să devină un “solitar înrăit”5, a pus o întrebare total diferită (după cât se părea): sunt toate numerele calculable? Aceasta era o întrebare neaşteptată ca punct de start, deoarece abia dacă îi trecuse cuiva prin minte ideea unui număr necalculabil. Majoritatea numerelor cu care lucrează sau la care se gândeşte lumea sunt calculable prin definiţie. Numerele raţionale sunt calculable deoarece pot fi exprimate sub forma unui raport între două numere întregi, *a* / *b*. Numerele algebrice sunt calculabile pentru că ele sunt soluţii ale ecuaţiilor polinomiale. Numere celebre, precum p şi e, sunt calculabile; oamenii le calculează tot timpul. Cu toate acestea, Turing a făcut aparent moderata afirmaţie că pot

propoziția „Vaca este bălțată" este realizabilă, putând fi în unele cazuri adevărată, în altele falsă, ceea ce nu se poate stabili analitic, adică prin raționament pur, ci numai sintetic, pe baza experienței. Din punctul de vedere al logicii deductive, aceste formule sunt indecidabile, deoarece nu se poate găsi niciun algoritm prin care, independent de accidentele empirice, să se poată demonstra mecanic adevărul lor cert sau falsitatea lor indubitabilă. Pe căi distincte, dar înrudite, Gödel și apoi Turing au demonstrat că în orice sistem deductiv formal necontradictoriu există cu necesitate propoziții analiticindecidabile, ceea ce dovedește incompletitudinea sistemului (n.t.).

46 Spre sfârșitul vieții, Gödel a scris: „Numai prin opera lui Turing a devenit cu totul limpede că demonstrația mea este aplicabilă oricărui sistem formal ce conține aritmetică''4 (n.a.).

exista numere care sunt cumva denominabile, definibile şi necalculabile.

Ce însemna aceasta? El a definit un număr calculabil drept unul a cărui expresie zecimală poate fi calculată cu mijloace finite. “Justificarea” - a spus el, “se află în faptul că memoria umană este în mod necesar limitată”. El a definit, de asemenea, *calculul* ca pe o procedură mecanică, un algoritm. Oamenii rezolvă problemele cu intuiţie, imaginaţie şi sclipiri de inteligenţă - care, în mod discutabil, reprezintă calcule nonmecanice, sau, din nou sub semnul întrebării, prin calcule ale căror paşi sunt ascunşi. Turing avea nevoie să elimine inefabilul. El a întrebat, cât se poate de literal, ce ar putea să facă o maşină? “Conform definiţiei mele, un număr este calculabil dacă zecimalele sale pot fi notate de către o maşină.”6

Nicio maşină existentă nu oferea un model relevant. “Calculatoarele” erau, ca întotdeauna, oamenii. Aproape toate calculele din lume erau încă efectuate prin actul de a scrie semne pe hârtie. Turing avea o maşină informatică drept punct de pornire: maşina de scris. Pe când era un elev de unsprezece ani, trimis la internat, îşi imaginase cum ar fi să inventeze una. “Cerculeţele nostime”, le-a scris părinţilor săi, “sunt litere săpate pe o faţă a unei baghete mobile, care face să treacă cercul ® de-a lungul unui tampon de cerneală şi imprimă litera”.7 Desigur, o maşină de scris nu este automată; e mai mult o unealtă decât o maşină. Ea nu face să curgă un şuvoi de limbaj pe pagină; mai degrabă, pagina îşi schimbă poziţia spaţiu cu spaţiu sub ciocănele, care înscriu caracterele unul după altul. Cu acest model în minte, Turing şi-a imaginat un alt tip de maşină, de absolută puritate şi simplitate. Imaginară fiind, nu era grevată de toate detaliile necesare în lumea reală, precum blueprint, specificaţii inginereşti sau o cerere de patentare. Ca şi Babbage, Turing intenţiona ca maşina lui să calculeze numere, însă el nu trebuia să-şi facă griji din pricina

limitărilor impuse de fier şi alamă. Turing nu a plănuit niciodată să construiască maşina sa.

El a făcut o listă cu cele câteva componente pe care trebuia să le posede maşina lui: bandă, simboluri şi stări. Fiecare dintre acestea avea nevoie de o definiţie.

Banda este, în maşina lui Turing, ceea ce este hârtia la o maşină de scris. Dar, în vreme ce o maşină de scris utilizează două dimensiuni ale hârtiei sale, maşina foloseşte numai una - astfel, o bandă, o panglică lungă, împărţită în pătrate. “In aritmetica elementară se foloseşte uneori caracterul bidimensional”, a scris el. “Dar o astfel de utilizare este întotdeauna evitabilă şi cred că se va accepta ideea că bidimensionalitatea hârtiei nu este esenţială în calcul.”8 Banda trebuie concepută ca infinită: întotdeauna mai rămâne destulă atunci când e nevoie. Dar numai un pătrat este “în maşină” la un moment dat. Banda (sau maşina) se poate deplasa spre stânga ori spre dreapta, către pătratul următor.

Simbolurile pot fi scrise pe bandă, câte unul în fiecare pătrat. Câte simboluri pot fi utilizate? Aceasta necesita ceva gândire, în special pentru a fi sigur că numărul era finit. Turing a remarcat că - cel puţin în limbile europene - cuvintele se comportau ca nişte simboluri individuale. Chineza, a spus el, “încearcă să aibă o infinitate numărabilă de simboluri”. Numerele arabe pot fi considerate, la rândul lor, infinite, dacă 17 şi 999 999 999 999 999 erau tratate fiecare ca un singur simbol, însă el prefera să le trateze ca pe nişte compuşi: “Este întotdeauna posibil să utilizezi succesiuni de simboluri în locul unor simboluri singulare”. De fapt, conformându-se spiritului minimalist al maşinii, el a preferat un minimum absolut de două simboluri: notaţia binară, zero şi unu. Simbolurile urmau să fie nu numai scrise, ci şi citite de pe bandă - “scanate” era cuvântul folosit de Turing. In realitate, fireşte, nicio tehnologie nu putea încă să scaneze simboluri scrise pe hârtie şi să le reintroducă în maşină, dar existau echivalente: de exemplu,

cartelele perforate, atunci folosite la tabularea maşinilor. Turing a mai specificat o limitaţie: maşina era “conştientă” (numai cuvântul antropomorfic ar fi cel potrivit) de un singur simbol de fiecare dată - cel de pe pătratul aflat în maşină.

Stările necesitau mai multe explicaţii. Turing a folosit cuvântul “configuraţii” şi a indicat că acestea semănau cu “stările de spirit”. Maşina avea doar câteva dintre acestea - un număr finit. în orice stare dată, maşina execută una sau mai multe acţiuni, în funcţie de simbolul curent. De exemplu, într-o stare *a*, maşina poate să se mute cu un pătrat spre dreapta dacă simbolul curent este 1, să se mute cu un pătrat la stânga dacă simbolul curent este O sau să printeze 1 dacă simbolul curent este blanc. In starea *b*, maşina poate să şteargă simbolul curent. în starea *c*, dacă simbolul este O sau 1, maşina poate să se mute la dreapta şi să se oprească. După fiecare acţiune, maşina termină într-o nouă stare, care poate fi aceeaşi sau una diferită. Diferitele stări utilizate pentru un anumit calcul erau stocate pe un tabel - cum urma să fie manevrat din punct de vedere fizic nu avea importanţă. Tabelul de stări era, de fapt, setul de instrucţiuni ale maşinii.

Şi asta era tot.

Turing *programa* maşina lui, deşi încă nu folosea acest cuvânt. Din acţiunile primitive - mutare, printare, ştergere, schimbare de stare şi oprire - erau construite procese mai ample, care erau utilizate iar şi iar: “copierea unor şiruri de simboluri, compararea şirurilor, ştergerea tuturor simbolurilor de o anumită formă etc.” Maşina putea să vadă un singur simbol de fiecare dată, dar putea, de fapt, să utilizeze părţi din bandă pentru a stoca temporar informaţie. După cum a spus Turing, “unele dintre simbolurile notate.sunt numai note grosiere care «să asiste memoria»“. Desfăşurându-se la orizont şi mai departe, banda furnizează o memorie fără limite. în acest fel, toată aritmetica se află în câmpul de percepţie al maşinii. Turing

a arătat cum să se adune o pereche de numere - cu alte cuvinte, a scris tabelul necesar de stări. A arătat cum să fie făcută maşina să printeze (la nesfârşit) reprezentarea binară a lui n. A petrecut un timp considerabil să elaboreze ceea ce maşina putea să facă şi cum ar urma să ducă la îndeplinire diferite sarcini. A demonstrat că această scurtă listă acoperă tot ceea ce o persoană face atunci când calculează un număr. Nu era nevoie de nicio altă cunoaştere sau intuiţie. Orice este calculabil poate fi calculat de această maşină.

Apoi, urma artificiul final. Maşinile lui Turing, reduse la un tabel finit de stări şi un set finit de intrări, puteau fi ele însele reprezentate ca numere. Fiecare tabel de stări posibil, combinat cu banda sa iniţială, reprezintă o maşină diferită. Fiecare maşină în sine, deci, poate fi descrisă de un anumit număr - un anumit tabel de stări combinat cu banda sa iniţială. Turing codifica maşinile sale aşa cum Gödel codificase limbajul logicii simbolice. Aceasta ştergea distincţia dintre date şi instrucţiuni: în final, toate erau numere. Pentru fiecare număr calculabil, trebuia să existe un număr de maşină corespunzător.

Turing a creat (tot cu ochiul minţii) o versiune a maşinii care putea să simuleze orice altă maşină posibilă - orice computer digital. A numit această maşină *U*, de la “universal” şi matematicienii utilizează cu drag denumirea *U* până în zilele noastre. Aceasta ia numerele de maşină ca input. Adică, citeşte descripţiile altor maşini de pe banda sa - algoritmii şi inputurile acestora. Nu contează cât de complex poate să ajungă un computer digital, descripţia sa încă poate fi codificată pe bandă pentru a fi citită de *U*. Dacă o problemă poate fi rezolvată de orice computer digital - codificată în simboluri şi rezolvată algoritmic -, maşina universală poate să o rezolve la fel de bine.

Acum, microscopul este întors către sine. Maşina Turing se apucă să examineze fiecare număr ca să vadă dacă el corespunde unui algoritm calculabil. Unele se vor dovedi

calculable. Unele s-ar putea dovedi necalculabile. Şi mai există o a treia posibilitate, aceea care l-a interesat pe Turing cel mai mult. Unii algortimi pot să sfideze inspectorul, determinând maşina să meargă înainte, efectuând treaba ei enigmatică, fără să ajungă la un punct final, fără să se repete în mod evident şi lăsându-l pe observatorul logic veşnic neştiutor dacă *s-ar putea* opri.

De acum, argumentarea lui Turing, aşa cum a fost publicată în 1936, devine o capodoperă noduroasă de definiţii recursive, simboluri inventate să reprezinte alte simboluri, numere desemnând alte numere, tabele de stări, algoritmi, maşini. Tipărită, arăta cam aşa:

Combinând maşinile© şi *Tl*, am putea construi o maşi năştea re să compună secvenţa ß'. Maşina © poate să solicite o bandă. Putem presupune că ea utilizează E-pătratele dincolo de toate simbolurile de pe F-pătrate şi că, atunci când a ajuns la un verdict, toată munca grea făcută de către © este ştearsă..

Putem arăta mai departe că *nu poate exista nicio maşină care*, *atunci când este aplicată unei maşini arbitrare tâ*, va determina dacă 5Vfva printa vreodată un simbol dat (să spunem O).

Puţini au putut să priceapă. Părea paradoxal - *este* paradoxal -, dar Turing a demonstrat că unele numere sunt necalculabile. (De fapt, majoritatea sunt.)

De asemenea, deoarece fiecare număr corespunde unei propoziţii codificate a logicii sau matematicii, Turing a rezolvat întrebarea lui Hilbert privind chestiunea dacă fiecare propoziţie este decidabilă. El a dovedit că *Entscheidungsproblem* are un răspuns şi că acesta este nu. Un număr necalculabil este, de fapt, o propoziţie indecidabilă.

Astfel, computerul lui Turing - o maşină fantezistă, abstractă, pe deplin imaginară - l-a condus la o demonstraţie paralelă cu aceea a lui Gödel. Turing a mers mai departe decât Gödel, definind conceptul general de sistem formal.

Orice procedură mecanică de generare a unor formule este, în esenţă, o maşină Turing. *Orice* sistem formal, prin urmare, trebuie să conţină formule indecidabile. Matematica nu este decidabilă, incompletitudinea decurge din incalculabilitate.

încă o dată, paradoxurile apar atunci când numerele dobândesc puterea de a codifica propriul comportament al maşinii. Aceasta este necesara răsucire recursivă. Entitatea calculată este, în mod fatal, întrepătrunsă cu entitatea ce face calculul. După cum a spus mult mai târziu Douglas Hofstadter, “lucrul depinde de a-l face pe acest inspector ce dă semnalul de oprire să încerce să prezică propriul comportament atunci când se priveşte pe sine încercând să prezică propriul comportament atunci când se priveşte pe sine încercând să prezică propriul său comportament atunci când.”.9 O ghicitoare care cel puţin avea acelaşi parfum tocmai apăruse şi în fizică: noul principiu de incertitudine al lui Werner Heisenberg. Când Turing a aflat despre acesta, l-a exprimat în termeni de autoreferinţă: “A devenit un obicei în ştiinţă să se presupună că dacă totul ar fi ştiut despre Univers în fiecare moment determinat, atunci putem prezice ce va fi în viitor... . Ştiinţa mai modernă a ajuns însă la concluzia că, atunci când avem de-a face cu atomi şi electroni, suntem cu totul incapabili să ştim starea lor exactă; instrumentele noastre fiind ele însele făcute din atomi şi electroni”.10

Trecuse un secol între Maşina Analitică a lui Babbage şi Maşina Universală a lui Turing - o născocire măreaţă şi greoaie şi o elegantă abstracţiune ireală. Turing nici măcar nu a încercat vreodată să fie un maşinist. “Vă puteţi imagina un funcţionar harnic şi sârguincios, bine aprovizionat cu hârtie de scris, urmând neobosit instrucţiunile”, după cum remarca peste ani matematicianul şi logicianul Herbert Enderton.11 Ca şi Ada Lovelace, Turing era un programator, privind înăuntru către logica pas cu pas a propriei sale minţi. Se imagina pe sine ca pe un computer. El distila

proceduri mentale în cele mai mici părţi constitutive ale lor, atomii procesării informaţiei.

Alan Turing şi Claude Shannon aveau în comun codurile. Turing a codificat instrucţiuni ca numere. El a codificat numere zecimale ca şiruri de zero şi unu. Shannon a făcut coduri pentru gene şi cromozomi, relee şi comutatoare. Amândoi au aplicat inventivitatea lor în cartografierea unui set de obiecte asupra altuia: operatori logici şi circuite electrice; funcţii algebrice şi instrucţiuni pentru maşini. Jocul cu simboluri şi ideea de *mapping* - de cartografiere, în sensul de a găsi o corespondenţă riguroasă între două mulţimi, avea un loc proeminent în arsenalele lor mentale. Acest gen de codificare nu avea menirea să întunece, ci să ilumineze: să descopere că merele şi portocalele erau, la urma urmei, echivalente sau, dacă nu echivalente, atunci fungibile. Războiul i-a condus pe cei doi bărbaţi la criptografie, în formele ei cele mai enigmatice.

Mama lui Turing l-a întrebat adeseori la ce folosea matematica lui, iar el i-a spus, încă din 1936, că descoperise o posibilă aplicaţie: “o mulţime de coduri speciale şi interesantezz. El a mai spus: “Mă aştept să le pot vinde Guvernului Maiestăţii Sale pentru o sumă destul de substanţială, dar mă cam îndoiesc de moralitatea unor astfel de lucruri'7.12 într-adevăr, o maşină Turing putea *să creeze* cifruri. Dar s-a dovedit că Guvernul Maiestăţii Sale avea o problemă diferită. Cum războiul se întrezărea la orizont, sarcina de a citi mesajele interceptate din traficul german pe cablu şi fără fir a revenit Şcolii Guvernamentale de Coduri şi Cifruri, iniţial în subordinea Amiralităţii, cu un personal compus din lingvişti, funcţionari şi dactilografe, dar nu şi matematicieni. Turing a fost recrutat în vara lui 1938. Când Şcoala de Coduri şi Cifruri a fost evacuată din Londra şi mutată la Bletchley Park, într-un conac din Buckinghamshire, el s-a dus acolo cu o echipă care mai includea câţiva campioni la şah şi dezlegarea de cuvinte

încrucişate. Era clar, de-acum, că şcoala limbilor clasice avea de adus o contribuţie minoră în criptoanaliză.

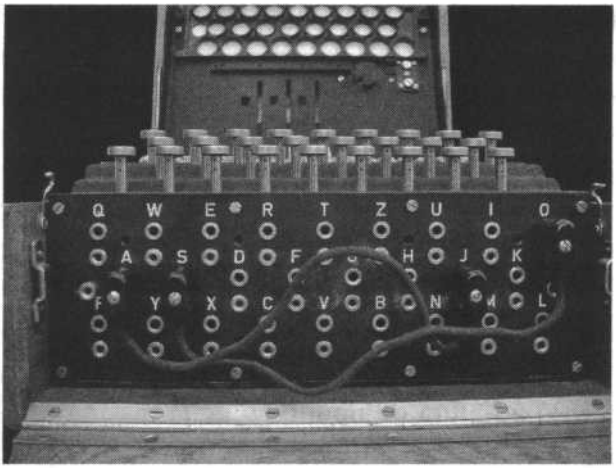
Sistemul german, numit Enigma, folosea un cifru polialfabetic implementat într-o maşină rotativă de mărimea unei valize, cu o tastatură de tipul celei de la maşina de scris şi beculeţe de semnalizare. Cifrul era o dezvoltare a unui strămoş celebru, cifrul Vigenère, socotit imposibil de spart până când Charles Babbage l-a spart în 1854, iar intuiţia matematică a lui Babbage le-a fost de ajutor celor de la Bletchley, după cum a fost şi munca criptografilor polonezi, care avuseseră primii ani grei de experienţă cu traficul de semnale al Wehrmachtului. Lucrând într-o crescătorie de iepuri, cunoscută sub denumirea de Baraca 8, Turing a preluat conducerea teoretică şi a rezolvat problema, nu numai din punct de vedere matematic, ci şi fizic.

Aceasta însemna să se construiască o maşină care să inverseze încifrarea oricărui număr de maşini Enigma. Dacă prima sa maşină era o fantasmă de bandă ipotetică, aceasta, poreclită Bomba, umplea 27 de metri pătraţi cu o tonă de fire şi metal unsuros care cartografia efectiv rotoarele dispozitivului german în circuite electrice. Triumful ştiinţific de la Bletchley - secret pe durata războiului şi încă treizeci de ani după aceea - a avut un şi mai mare efect asupra deznodământului decât însuşi Proiectul Manhattan, bomba reală. La sfârşitul războiului, bombele Turing descifrau zilnic mii de interceptări militare:

O maşină Enigma altfel spus, procesa informaţii pe o scară nemaivăzută până atunci.

Deşi nici unul dintre aceste subiecte nu a fost discutat de Turing şi Shannon când se întâlneau să ia masa la Bell Labs, ei au vorbit indirect despre o idee a lui Turing legată de cum să se măsoare toată această *chestie*. Ii urmărise pe analişti cântărind mesajele ce treceau pe la Bletchley, unele incerte, altele contradictorii, observase cum aceştia încercau să evalueze probabilitatea unui anumit fapt - o setare specială a maşinii Enigma sau locaţia unui submarin.

A simţit că era acolo ceva de măsurat matematic. Nu era probabilitatea care, în mod tradiţional, ar fi fost exprimată ca un raport de şanse (de genul trei la două) sau un număr de la zero la unu (cum ar fi O,6 sau 60%). Mai degrabă, Turing era preocupat de datele care îşi *schimbau* probabilitatea: un factor de probabilitate, ceva de genul greutăţii evidenţei. El a inventat o unitate, pe care a 245 Informaţia Teoria informaţiei



numit-o “ban” - oprire sau interdicţie. I s-a părut convenabil să utilizeze o scară logaritmică, astfel încât “banii” să fie adunaţi, nu înmulţiți. In baza zece, un “ban” reprezenta cantitatea de evidenţă necesară pentru a face un fapt de zece ori mai probabil. Pentru măsurători mai fine erau “decibani” şi “centibani”.

Shannon avea o idee mergând pe linii asemănătoare.

Lucrând în vechiul cartier general din West Village, a descoperit idei teoretice despre criptografie care l-au ajutat să focalizeze visul împărtăşit lui Vannevar Bush: “analiza unor proprietăţi fundamentale ale sistemelor generale de transmitere a informaţiilor”. Pe toată perioada războiului, a urmat două căi paralele, arătându-le superiorilor săi munca de criptografie şi ţinând restul în taină. Tăinuirea era la ordinea zilei. In domeniul matematicii pure, Shannon a

tratat unele din sistemele de încifrare pe care Turing le atacase cu interceptări reale şi un masiv hardware - de exemplu, întrebarea specifică privind siguranţa criptogramelor Vigenère atunci când “inamicul cunoaşte sistemul utilizat”.13 (Germanii foloseau astfel de criptograme, iar britanicii erau inamicul care cunoştea sistemul.) Shannon se referea la cazurile cele mai generale, toate implicând, după cum s-a exprimat el, “informaţii discrete”. Aceasta însemna secvenţe de simboluri, alese dintr-un set finit, în principal literele alfabetului, dar şi cuvintele unor limbi sau chiar “vorbirea cuantizată”, semnale de voce frânte în pachete cu niveluri diferite de amplitudine. Ascunderea acestora însemna să substitui simboluri greşite în locul celor corecte, conform unei proceduri sistematice în care o *cheie* este cunoscută de receptorul mesajului, care o poate folosi ca să inverseze substituţiile. Un sistem sigur funcţionează chiar şi atunci când inamicul cunoaşte procedura, atâta timp cât cheia rămâne secretă.

Spărgătorii de coduri văd un flux de date care arată ca nişte gunoaie. Ei vor să afle adevăratul semnal. “Din punctul de vedere al criptoanalistului”, nota Shannon, “un sistem secret este aproape identic cu un sistem de comunicaţie zgomotos”.14 (El şi-a redactat raportul, “O teorie matematică a criptografiei”, în 1945; a fost imediat clasificat secret.) Se intenţionează ca fluxul de date să arate stocastic sau aleatoriu, dar fireşte că nu este: dacă ar fi fost într-adevăr aleatoriu, semnalul s-ar pierde. Cifrul trebuie să transforme un lucru structurat, limbajul comun, în ceva aparent fără structură. Dar structura este surprinzător de persistentă. Ca să analizeze şi să clasifice transformările încifrării, Shannon trebuia să înţeleagă structurile limbii într-un mod pe care savanţii - lingviştii, de exemplu - nu-l adoptaseră niciodată. Oricum, lingviştii începuseră să focalizeze disciplina lor asupra structurilor limbii - sistemul de găsit în mijlocul tălăzuirii vagi de forme

şi sunete. Lingvistul Edward Sapir a scris despre “atomi simbolici”, formaţi de modelele fonetice subiacente ale unei limbi. “Simplele sunete ale vorbirii”, a scris el în 1921, “nu sunt faptul esenţial al limbii, care se găseşte mai curând în clasificare, în structurarea formală. Limba, ca structură, este pe faţa sa interioară tiparul gândirii”.15 *Tiparul gândirii* era foarte rafinat. Dar Shannon avea nevoie să privească limbajul în termeni mai tangibili şi calculabili.

Structura, cum o vedea el, este egal# *cu redundanţa*. In limba comună, redundanţa serveşte drept ajutor pentru înţelegere. In criptoanaliză, aceeaşi redundanţă este călcâiul lui Ahile. Unde se află redundanţa? Ca exemplu simplu din limba engleză, oriunde apare litera *q*, *u* care urmează este redundant. (Sau aproape - ar fi integral redundant dacă nu ar exista termeni rari de împrumut, precum *qin* şi *Qatar*.) După *q*, este de aşteptat un *u*. Nu e nicio surpriză. Nu aduce niciun plus de informaţie. După litera *t*, un *h* are un oarecare grad de redundanţă, pentru că este litera cu cea mai mare probabilitate să urmeze. Fiecare limbă are o anumită structură statistică, a argumentat Shannon, şi, odată cu ea, o anumită redundanţă. Să o numim (a sugerat el) *D*. “*D măsoară*, într-un anumit sens, cât de mult un text dintr-o limbă poate fi redus ca lungime fără să se piardă nici o informaţie.”16

Shannon estima că limba engleză are o redundanţă de aproximativ 50%.[47] In lipsa unor computere care să proceseze mari cantităţi de text, nu putea să fie sigur, dar estimarea lui s-a dovedit corectă. Pasaje tipice pot fi scurtate la jumătate fără a se pierde informaţie. (*If u cn rd ths*..)[48] Cu cele mai simple cifruri timpurii de substituţie, această redundanţă a furnizat ideea primei slăbiciuni. Edgar Allan Poe ştia că, dacă o criptogramă conţine mai multi *z*

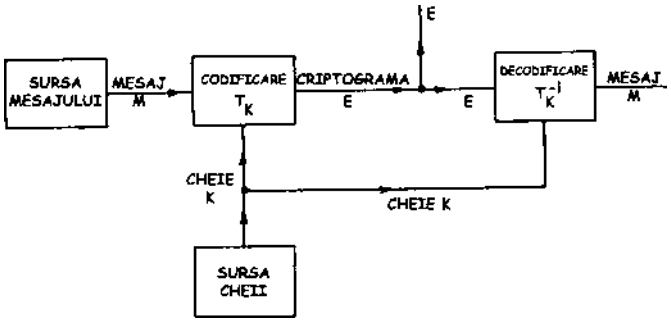
47 „fără a considera structura statistică la distanțe mai mari de opt litere" (n.a.).

48 Vezi n.t. de la pagina 37.

decât oricare altă literă, atunci probabil *z* este substitutul lui *e*, deoarece *e* este cea mai frecventă literă în engleză. De îndată ce a fost rezolvat *q*, la fel a fost şi *u*. Un spărgător de coduri căuta modele recurente care s-ar putea potrivi unor cuvinte sau combinaţii de litere comune: *the*, *and*, *-tion*. Pentru a efectua acest gen de analiză, spărgătorii de coduri aveau nevoie de informaţii mai bune despre frecvenţa literelor decât putuseră să obţină Alfred Vail ori Samuel Morse inspectând casetele de litere ale tipografilor şi, oricum, cifruri mai inteligente biruiau această slăbiciune, variind constant alfabetul de substituţie, astfel încât fiecare literă avea multe substitute posibile. Modelele evidente, recognoscibile s-au dus. Dar atâta timp cât o criptogramă păstra orice urmă de structurare - orice formă de secvenţialitate sau regularitate statistică - un matematician putea, în teorie, să găsească o cale de pătrundere.

Ceea ce toate sistemele secrete aveau în comun era utilizarea unei chei: un cuvânt, o frază, o carte întreagă sau chiar ceva şi mai complex, dar, în orice caz, o sursă de caractere, cunoscută atât de către expeditor, cât şi de către destinatar - o cunoştinţă împărtăşită, pe lângă mesajul însuşi. In sistemul german Enigma, cheia era intemalizată în hardware şi se modifica zilnic; Bletchley Park trebuia să o redescopere de fiecare dată, experţii săi descoperind structurile de limbaj recent transformate. între timp, Shanon s-a retras pe cel mai distant, cel mai general, cel mai teoretic punct privilegiat de observaţie. Un sistem secret cuprindea un număr finit (deşi posibil foarte mare) de mesaje posibile, un număr finit de criptograme posibile şi, la mijloc, transformându-le unele în altele, un număr finit de chei, fiecare asociată cu o anumită probabilitate. Aceasta era diagrama lui schematică:

INAMIC CRIPTONALIST



Inamicul şi receptorul încearcă să ajungă la aceeaşi ţintă: mesajul. In acest cadru, în termeni de matematică şi probabilităţi, Shannon a abstractizat total ideea de mesaj faţă de detaliile sale fizice. Sunete, unde, toate grijile obişnuite ale inginerului de la Bell Labs - nimic din toate acestea nu conta. Mesajul era văzut ca o alegere: o alternativă selectată dintr-un set. La Old North Church, în noaptea goanei călare a lui Paul Revere, numărul de mesaje posibile era două. Astăzi, numerele sunt aproape incalculabile - dar încă susceptibile de analiză statistică.

încă neştiind nimic despre experienţa foarte reală şi absolut relevantă a celor de la Bletchley Park, Shannon a construit un edificiu de metode algebrice, teoreme şi demonstraţii care le ofereau criptologilor ceea ce nu avuseseră niciodată: un mod riguros de evaluare a siguranţei oricărui sistem secret. El a stabilit principiile ştiinţifice ale criptografiei. Printre alte lucruri, el a dovedit că cifrurile perfecte erau posibile - “perfecte” însemnând că nici măcar capturarea unui mesaj infinit de lung nu i-ar fi de folos unui spărgător de coduri (“inamicul nu se descurcă mai bine după interceptarea oricărei cantităţi de material suplimentar”17). Dar, pe cât a dat, a şi luat, deoarece el a mai dovedit şi că cerinţele erau atât de severe încât să le facă practic inutilizabile. Intr-un cifru perfect, toate cheile trebuie să aibă aceeaşi probabilitate, de fapt, să fie un flux aleatoriu de caractere; fiecare cheie poate fi utilizată o singură dată; şi, cel mai rău dintre toate, fiecare cheie trebuie să fie la fel de lungă pe cât este şi întregul mesaj.

Tot în raportul lui secret, aproape în trecere, Shannon a folosit o expresie pe care nu o mai întrebuinţase niciodată: “teoria informaţiei”.

Mai întâi, Shannon trebuia să elimine “semnificaţia”. Ghilimelele germicide îi aparţin. “«Semnificaţia» unui mesaj este în general irelevantă”, a propus el cu cu bună dispoziţie.

Venea cu această provocare pentru a-şi face scopul absolut clar. Dacă era să creeze o teorie, Shannon avea nevoie să deturneze cuvântul *informaţie*, “Aici «informaţia»“, a scris el, “deşi înrudită cu sensul cotidian al cuvântului, nu trebuie confundată cu el”.18 Ca şi Nyquist şi Hartley înaintea lui, el dorea să lase deoparte “factorii psihologici” şi să se concentreze numai asupra “fizicului”. Dar dacă informaţia era separată de conţinutul semantic, ce mai rămânea? Puţine lucruri mai erau de spus şi, la prima vedere, toate sunau paradoxal. Informaţia este incertitudine, surpriză, dificultate şi entropie:

“Informaţia este strâns asociată cu incertitudinea.” Incertitudinea, în schimb, poate fi măsurată calculând numărul de mesaje posibile. Dacă numai un singur mesaj este posibil, nu există incertitudine şi, drept urmare, nicio informaţie.

Unele mesaje pot fi mai probabile decât altele, iar informaţia implică surpriza. Surpriza este un mod de a vorbi despre probabilităţi. Dacă litera ce urmează după *t* (în engleză) este *h*, nu se transmite multă informaţie, deoarece probabilitatea lui *h* este relativ mare.

“Semnificativă este dificultatea de a transmite mesajul dintr-un punct în altul.” Poate că afirmaţia părea de-a-ndoaselea sau tautologică, ca şi definirea masei în termeni de forţă necesară pentru a muta un obiect. Dar atunci, masa *poate* fi definită în acest mod.

Informaţia este entropie. Aceasta era ideea cea mai stranie şi cea mai puternică dintre toate. Entropia - deja un

concept dificil şi vag înţeles - este o măsură a dezordinii din termodinamică, ştiinţa despre căldură şi energie.

Pe lângă reglarea tirului şi criptografie, Shannon urmărise această învălmăşeală de idei pe toată durata războiului.

Locuind de unul singur într-un apartament din Greenwich Village, rareori socializa cu colegii săi, care lucrau acum îndeosebi în noul sediu central din New Jersey, în vreme ce Shannon prefera vechea măgăoaie de pe West Street. Nu trebuia să dea explicaţii. Activitatea lui din timpul războiului l-a ferit de serviciul militar şi amânarea a continuat şi după ce războiul s-a terminat. Bell Labs era o întreprindere riguros masculină, dar în vremuri de război grupul de calcul, îndeosebi, avea mare nevoie de personal competent şi a început să

Sediul Bell Laboratories de pe West Street, cu linia de cale ferată suspendată trecând prin clădire.

angajeze femei, printre care şi Betty Moore, care crescuse în Staten Island. Era ca o hazna pentru dactilografe licenţiate în matematică, a crezut ea. După un an, a fost promovată în grupul de cercetare a microundelor, în fosta clădire Nabisco - “fabrica de pişcoturi” - de pe West Street, peste drum de clădirea principală. Grupul proiecta tuburi electronice la etajul al doilea şi le fabrica la primul etaj, şi Claude hoinărea pe acolo cât putea de des, în vizită la ea. El şi Betty au fost să fie împreună din 1948 şi s-au căsătorit la începutul lui 1949. Tocmai atunci el era savantul despre care vorbea toată lumea.

Puţine librării vindeau *The Bell System Technical Journal*, astfel încât cercetătorii au aflat despre “O teorie matematică a comunicării” pe calea tradiţională, din gură în gură, şi au făcut rost de copii tot pe calea tradiţională, scriind direct autorului pentru a-i solicita câte un extras din revistă. Multi savanţi utilizau cărţi poştale preimprimate pentru astfel de cereri, şi acestea au sosit în volum tot mai mare de-a lungul anului următor. Nu oricine înţelegea lucrarea. Matematica era dificilă pentru multi ingineri, iar matematicienilor le lipsea contextul ingineresc. Insă Warren Weaver, directorul de ştiinţe naturale al fundaţiei Rockefeller din centrul oraşului, îi spunea deja preşedintelui său că Shannon făcuse pentru teoria comunicării “ceea ce Gibbs făcuse pentru chimia fizică”.19 In timpul războiului, Weaver fusese şeful Departamentului Guvernamental de Matematică Aplicată, supervizând proiectul de reglare a tirului, precum şi activitatea incipientă în domeniul maşinilor electronice de calcul. In 1949, el a scris în *American Scientific* un eseu laudativ şi nu prea tehnic despre teoria lui Shannon şi, spre sfârşitul anului, cele două materiale - eseul lui Weaver şi monografia lui Shannon - au fost publicate împreună într-o carte, acum intitulată cu un

mai măreţ prim cuvânt *The Mathematical Theory of Communication*. în opinia lui John

Robinson Pierce, inginerul de la Bell Labs care urmărise gestaţia simultană a tranzistorului şi a lucrării lui Shannon, cea din urmă “a picat ca o bombă şi, întru câtva, ca o bombă cu acţiune întârziată”.20

Profanul ar fi spus că problema fundamentală a comunicării este a te face înţeles - prin transmiterea de informaţie. Shannon a montat un decor diferit:

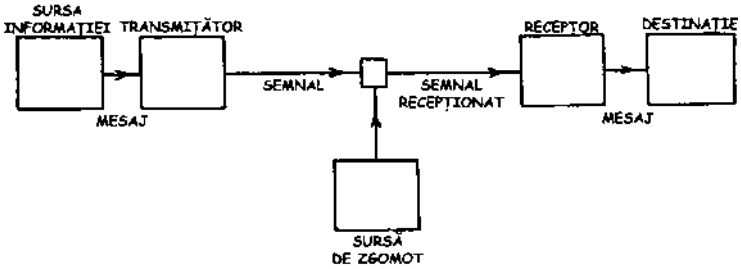
Problema fundamentală a comunicării este aceea a reproducerii într-un punct fie cu exactitate, fie cu aproximaţie, a unui mesaj selectat într-un alt punct.21

“Punct” era un cuvânt ales cu grijă: originea şi destinaţia unui mesaj puteau să fie separate în spaţiu sau în timp; stocarea informaţiei, cum ar fi pe un disc de fonograf, contează ca act de comunicare. Deocamdată, mesajul nu este creat; este selectat. Este o alegere. Poate fi o carte scoasă dintr-un pachet de cărţi de joc, trei cifre zecimale alese din mii de posibilităţi sau o combinaţie de cuvinte dintr-o carte de coduri. Cu greu ar fi putut să omită cu totul semnificaţia, aşa că a îmbrăcat-o într-o definiţie savantă, după care i-a arătat uşa:

Frecvent, mesajele au *semnificaţie*-, adică ele se referă la ori sunt corelate cu un sistem ce conţine anumite entităţi fizice sau conceptuale. Aceste aspecte semantice sunt irelevante pentru problema inginerească.

Cu toate acestea, după cum Weaver s-a străduit să explice, aceasta nu era o viziune îngustă asupra comunicării. Dimpotrivă, era atotcuprinzătoare: “nu numai discurs scris sau oral, ci, de asemenea, artele vizuale, teatrul, baletul şi, de fapt, întregul comportament uman”. Şi inuman, deopotrivă: de ce maşinile nu ar avea un mesaj de transmis?

Modelul de comunicare al lui Shannon prezintă o diagramă simplă - în esenţă, aceeaşi diagramă, nu prin coincidenţă, din lucrarea lui secretă de criptografie.



Un sistem de comunicaţie trebuie să conţină următoarele elemente:

Sursa informaţiei este persoana sau maşina care generează mesajul, care poate fi o simplă succesiune de caractere, ca în cazul telegrafului sau al teletipului, ori poate fi exprimată matematic sub formă de funcţii -*fix*, *y*, *t*) - de timp şi alte variabile. In exemplul complex al televiziunii în culori, componentele sunt trei funcţii într-un continuum tridimensional, nota Shannon.

Transmiţătorul "operează asupra mesajului într-un anumit fel" - altfel spus, *codifică* mesajul - pentru a produce un semnal adecvat. Un telefon converteşte presiunea sunetului într-un curent electric analog. Un telegraf codifică diferitele caractere în puncte, liniuţe şi spaţii. Mesajele mai complexe pot fi probate, comprimate, cuantizate şi suprapuse.

Canalul: "simplu spus, mediul utilizat pentru transmiterea semnalului".

Receptorul inversează operaţia transmiţătorului. El decodifică mesajul sau îl reconstruieşte din semnal.

Destinaţia este "persoana (sau lucrul)" de la capătul celălalt.

In cazul vorbirii obişnuite, aceste elemente sunt creierul vorbitorului, coardele vocale ale vorbitorului, aerul, urechea ascultătorului şi creierul celui care ascultă.

La fel de proeminentă ca şi celelalte elemente din diagrama lui Shannon - deoarece este inevitabilă pentru un inginer - este o căsuţă numită "sursa de zgomot". Aceasta acoperă tot ceea ce corupe semnalul, în mod previzibil sau

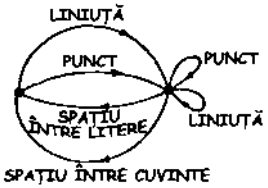
imprevizibil: adaosuri nedorite, pure erori, perturbări aleatorii, “atmosferice” statice, interferenţe şi distorsiuni. O familie neregulată în orice situaţie, iar Shannon avea două tipuri diferite de sisteme care să se ocupe de formele ei, unul continuu şi altul discret, într-un sistem discret, mesajul şi semnalul iau forma unor simboluri individuale detaşate, precum caractere, cifre sau puncte şi liniuţe. Telegrafia neopunând rezistenţă, sistemele continue de unde şi funcţii erau acelea cu care inginerii de electricitate se confruntau zilnic. Orice inginer, dacă i se cerea să propulseze mai multă informaţie printr-un canal, ştia ce are de făcut: să mărească puterea. Pe distanţe lungi, totuşi, această abordare eşua, deoarece amplificarea unui semnal iar şi iar conduce la o acumulare paralizantă de zgomot.

Shannon a ocolit această problemă tratând fiecare semnal ca pe o înşiruire de simboluri discrete. Acum, în loc să mărească puterea, un expeditor putea să biruie zgomotul folosind simboluri suplimentare pentru corectarea erorilor - aşa cum un toboşar african se face înţeles la mari distanţe nu bătând toba mai tare, ci prin extinderea verbozităţii discursului său. Shannon a considerat cazul discret ca fiind, totodată, mai fundamental şi în sens matematic. Şi el a mai avut în vedere încă o idee: aceea că tratarea mesajului ca pe unul discret avea aplicaţii nu doar în comunicarea tradiţională, ci şi pentru un subdomeniu recent şi destul de ezoteric, teoria maşinilor de calcul.

Aşa că s-a întors la telegraf. Analizat cu precizie, telegraful nu utiliza un limbaj cu două simboluri, punct şi liniuţă. In lumea reală, telegrafiştii foloseau punctul (o unitate de “linie închisă” şi o unitate de “linie deschisă”), liniuţa (trei unităţi, să spunem, de linie închisă şi o unitate de linie deschisă) şi, de asemenea, două spaţii distincte: un spaţiu de literă (de regulă trei unităţi de linie deschisă) şi un spaţiu mai lung ce separa cuvintele (şase unităţi de linie deschisă). Aceste patru simboluri aveau statute şi probabilităţi inegale. De exemplu, un spaţiu nu poate să

urmeze niciodată altui spaţiu, pe când un punct sau o liniuţă poate să urmeze după orice. Shannon a exprimat aceasta în termeni de *stări*. Sistemul avea două stări: într-una dintre ele, un spaţiu era simbolul precedent şi numai un punct sau o liniuţă sunt permise, apoi starea se modifică; în cealaltă, orice simbol este permis, iar starea se modifică numai dacă se transmite un spaţiu. El a ilustrat aceasta printr-un grafic:

Sistemul binar de codificare nu era nici pe departe simplu. Cu toate acestea, Shannon a arătat cum să se derive ecuaţiile corecte pentru conţinutul de informaţie şi capacitatea canalului. Şi mai important, el s-a concentrat asupra efectului struc-



tuni statistice a limbajului în care este formulat mesajul. însăşi existenta acestei structuri - mai marea frecventă a lui *e* fată de *9 9 9*

q, a lui *th* faţă de xp, şi aşa mai departe - permite economia de timp sau de capacitate a canalului.

Aceasta se face deja într-o măsură limitată în telegrafie, prin utilizarea celei mai scurte secvenţe pe canal, un punct, pentru cea mai frecventă literă englezească, E; în vreme ce literele cu frecvenţă redusă, Q, X, Z sunt reprezentate prin secvenţe mai lungi de puncte şi liniuţe. Ideea este dusă chiar mai departe în anumite coduri comerciale, în care cuvintele şi frazele comune sunt reprezentate prin grupuri codificate de patru sau cinci litere, asigurând o economie considerabilă a timpului mediu. Telegramele standardizate de felicitări şi ocazii aniversare acum în uz extind aceasta

până la punctul codificării unei fraze sau două într-o secvenţă relativ scurtă de numere.22

Pentru a clarifica structura mesajului, Shannon s-a orientat spre unele metodologii şi limbajul fizicii proceselor stocastice, de la mişcarea browniană până la dinamica stelară. (El a citat o lucrare de referinţă din 1943 a astrofizicianului Subrahmanyan Chandrasekhar, publicată în *Reviews of Modern Physics.23*) Un proces stocastic nu este nici determinist (evenimentul următor poate fi calculat cu certitudine), nici aleatoriu (evenimentul următor este total liber). Este guvernat de un set de probabilităţi. Fiecare eveniment are o probabilitate care depinde de starea sistemului şi poate, de asemenea, de istoria sa anterioară. Dacă în loc de *eveniment* substituim *simbol*, atunci un limbaj natural scris, precum engleza sau chineza, este un proces stocastic. Aşa este şi vorbirea digitalizată; aşa este semnalul de televiziune.

Privind şi mai adânc, Shannon a examinat structura statistică având în vedere cât de mult dintr-un mesaj influenţează probabilitatea simbolului următor. Răspunsul ar putea fi zero: fiecare simbol are propria sa probabilitate, dar nu depinde de ceea ce a fost înaintea lui. Acesta este cazul de ordinul întâi. In cazul de ordinul al doilea, probabilitatea fiecărui simbol depinde de simbolul imediat anterior, dar de niciun altul. Apoi, fiecare combinaţie de câte două caractere, sau digramă, are propria sa probabilitate: *th* mai mare decât *xp*, în engleză, în cazul de ordinul al treilea, se consideră trigramele şi aşa mai departe. Dincolo de acestea, în textul obişnuit, are sens să se caute la nivelul cuvintelor mai degrabă decât la nivelul caracterelor şi multe tipuri de fapte statistice intră în joc. Imediat după cuvântul *galben*, unele cuvinte au o mai mare probabilitate decât în mod obişnuit, iar altele, una practic egală cu zero. După cuvântul *an* [un, o], cuvintele care încep cu consoane devin excepţional de rare. Dacă litera *u* încheie un cuvânt, cuvântul este probabil *you* [tu]. Dacă

două litere consecutive sunt identice, ele sunt probabil *ll*, *ee*, *ss* sau *oo*. Şi structura se poate extinde pe mare distanţă: într-un mesaj care conţine cuvântul *cow* - vacă, chiar dacă intervin multe alte caractere, este relativ probabil ca termenul *cow* să reapară. La fel şi cuvântul *horse* - cal. Un mesaj, a văzut Shannon, se poate comporta ca un sistem dinamic, al cărui traseu viitor este condiţionat de istoria sa trecută.

Pentru a ilustra diferenţele dintre aceste diferite ordine de structură, el a scris - a calculat, de fapt - o serie de "aproximaţii" ale unui text englezesc. A folosit un alfabet de douăzeci şi şapte de caractere, literele plus un spaţiu între cuvinte, şi a generat şiruri de caractere cu ajutorul unui tabel de numere aleatorii. (Pe acestea le-a extras dintr-o carte recent publicată în vederea acestui scop la Cambridge University Press: 100 000 de cifre pentru trei şilingi şi nouă pence, iar autorii "ofereau o garanţie a dispunerii aleatorii".)25 Chiar şi cu numerele aleatorii prefumizate, elaborarea secvenţelor cerea multă osteneală. Mostrele de text arătau cam aşa:

"Aproximaţie de ordinul zero" - altfel spus, caractere aleatorii, fără structură şi corelaţii.

XFOML RXKHRJFFJUJ ZLPWCFWKCYJ
FFJEYVKCQSGHYD QPAAMKBZAACIBZLHJQD.

Ordinul întâi - fiecare caracter este independent faţă de restul, dar frecvenţele sunt cele de aşteptat în engleză: mai multe e-uri şi Z-uri, mai puţine z-uri şi /-uri, iar lungimea cuvintelor arată ca în realitate.

OCRO HLI RGWR NMIELWIS EU LL NBNESEBYA
TH EEI ALHENHTTPA OOBTTVA NAH BRL.

Ordinul al doilea - frecvenţele fiecărui caracter sunt potrivite englezei şi, la fel, frecvenţele fiecărei digrame sau perechi de litere. (Shannon a găsit statisticile necesare în tabelele elaborate pentru uzul lor de către spărgătorii de coduri. Cea mai comună digramă în engleză este *th*, cu o

frecvenţă de 168 la mia de cuvinte, urmată de *he*, *an*, *re* şi *er* Doar câteva digrame au frecvenţa zero.)25

ON IE ANTSOUTINYS ARE T INCTORE ST BE S DEAMY ACHIN D ILONASIVE TUCOOWE AT TEASONARE FUSO TIZIN ANDY TOBESEACE CTISBE.

Ordinul al treilea - structură de trigrame.

IN NO 1ST LAT WHEY CRATICT FROURE BIRS GROCID

PONDENOME OF DEMONSTURES OF THE REPTAGIN IS REGOACTIONA OF CRE.

Aproximaţie a cuvintelor de ordinul întâi.

REPRESENTING AND SPEEDILY IS AN GOOD APT OR COME CAN DIFFERENT NATURAL HERE HE THE A IN CAME THE TO OF TO EXPERT GRAY COME TO FURNISHES THE LINE MESSAGE HAD BE THESE.

Aproximaţie a cuvintelor de ordinul al doilea - acum perechi de cuvinte apar în frecvenţa aşteptată, astfel încât nu vedem perechi de genul “a in” sau “to of”.

THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH

WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS

THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT

THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN UNEXPECTED.

Aceste secvenţe “seamănă” din ce în ce mai mult cu engleza. Mai puţin subiectiv, rezultă că dactilografele le pot reproduce cu viteză sporită - o altă indicaţie a modalităţilor în care oamenii intemalizează inconştient structura statistică a unei limbi.

Shannon ar fi putut să producă aproximaţii mai departe, dacă ar fi avut la dispoziţie timp suficient, dar munca presupusă ar fi devenit enormă. Ideea era să reprezinte un mesaj drept rezultat al unui proces care genera evenimente cu probabilităţi discrete. Apoi, ce se putea spune despre cantitatea de informaţie sau rata cu care este generată informaţia? Pentru fiecare evehiment, alegerile posibile ale fiecăruia au o probabilitate cunoscută (reprezentată sub forma *pv* p2, p3, şi aşa mai departe). Shannon voia să

definească măsura informaţiei (reprezentată prin *H*) ca măsură a incertitudinii: “legată de cât de multă «alegere» este implicată în selectarea evenimentului sau de cât de nesiguri suntem în ceea ce priveşte rezultatul”.26 Probabilităţile pot fi identice sau diferite, dar, în general, mai multe alegeri înseamnă mai multă incertitudine - mai multă informaţie. Alegerile pot fi descompuse în alegeri succesive, cu propriile lor probabilităţi, iar probabilităţile trebuie să fie aditive; de exemplu, probabilitatea unei anumite digrame ar trebuie să fie o sumă ponderată a probabilităţilor simbolurilor individuale. Atunci când aceste probabilităţi erau egale, cantitatea de informaţie transmisă de fiecare simbol era simplu logaritmul numărului de simboluri posibile - formula lui Nyquist şi Hartely:

$H = n \log s$

Pentru cazul mai apropiat de realitate, Shannon a obţinut o soluţie elegantă a problemei cum să se măsoare informaţia ca o funcţie de probabilităţi - o ecuaţie care însuma probabilităţile cu o ponderare logaritmică (baza 2 era cea mai convenabilă). Este logaritmul mediu al improbabilităţii mesajului; de fapt, o măsură a imprevizibilului:

H = -Ep,log2p,.

unde p. este probabilitatea fiecărui mesaj. El a declarat că vom vedea iar şi iar acest lucru: cantităţile de această formă “joacă un rol central în teoria informaţiei ca măsuri ale informaţiei, alegerii şi incertitudinii”. Intr-adevăr, *H* este omniprezent, convenţional numit entropia unui mesaj, entropia Shannon sau, simplu, informaţia.

Era necesară o nouă unitate de măsură. Shannon a spus: “Unităţile ce rezultă pot fi numite *binary digits* - cifre binare sau, mai pe scurt, *bits* - biţi”.27 Fiind cea mai redusă cantitate de informaţie posibilă, un bit reprezintă cantitatea de incertitudine care există în datul cu banul. Aruncarea monedei deschide alegerea între două posibilităţi de probabilitate egală: în acest caz, p1 şi *p2* sunt, fiecare,

egale cu ¥2; logaritmul în baza 2 de ¥2 este -1; aşadar *H* = 1 bit. Un singur caracter ales la întâmplare dintr-un alfabet de 32 de semne transmite mai multă informaţie: 5 biţi, mai exact, pentru că există 32 de mesaje posibile, iar logaritm de 32 este 5. Un şir de 1000 de astfel de caractere transportă 5 000 de biţi - nu numai prin simplă înmulţire, ci deoarece cantitatea de informaţie reprezintă cantitatea de incertitudine: numărul de alegeri posibile. Cu 1 000 de caractere dintr-un alfabet de 32 de semne, există 321000 de mesaje posibile, iar logaritmul acelui număr este 5 000.

Aici este locul în care structura statistică a limbajelor naturale reintră în cadru. Dacă mesajul de o mie de caractere este cunoscut ca fiind un text în engleză, numărul mesajelor posibile este mai mic - *mult* mai mic. Analizând corelaţiile de până la opt litere, Shannon estima că engleza are o redundanţă de aproximativ 50 de procente: că fiecare nou caracter al unui mesaj transmite nu 5 biţi, ci numai 2,3. Privind efectele statistice de rază mai lungă, la nivel de propoziţii şi paragrafe, el a ridicat estimarea sa la 75 de procente - avertizând, totuşi, că astfel de estimări devin “tot mai dezordonate şi mai nesigure şi depind tot mai critic de tipul de text implicat”.28 Un mod de măsurare a redundanţei era grosier de empiric: se dă un test psihologic unui subiect uman. Această metodă “exploatează faptul că oricine vorbeşte o limbă posedă, implicit, o enormă cunoaştere a statisticilor limbii”.

Familiaritatea cu cuvintele, idiomurile, clişeele şi gramatica îi dă posibilitatea să umple literele lipsă sau incorecteîn probele de citire ori să completeze o frază neterminată în conversaţie.

Putea să fi spus “ea”, deoarece, în realitate, subiectul testat de el era soţia lui, Betty. El a scos din bibliotecă o carte (era un roman poliţist de Raymond Chandler, *Pickup on Noon Street*), a pus degetul pe un scurt pasaj ales la întîmplare şi i-a cerut lui Betty să înceapă să ghicească litera, apoi următoarea literă, apoi următoarea. Cu cât

vedea mai mult din text, desigur, erau mai mari şansele să ghicească corect. După “o mică lampă dreptunghiulară de citit de pe”, ea nu a nimerit următoarea literă. Dar, odată ce a ştiut că este d, nu a avut nicio dificultate să găsească următoarele trei litere. Shannon a remarcat: “Erorile, după cum era de aşteptat, au loc mult mai frecvent la începutul cuvintelor şi silabelor unde cursul gândirii are mai multe posibilităţi de a se întrerupe”.

Cuantificând predictibilitatea şi redundanţa în acest fel este o cale de-a-ndoaselea de măsurare a conţinutului informaţional. Dacă o literă poate fi ghicită din cea de dinainte, este redundantă; în măsura în care este redundantă, ea nu furnizează nici o informaţie nouă. Dacă engleza este în proporţie de 75% redundantă, atunci un mesaj de o mie de litere în engleză transportă numai 25% din informaţia transmisă de unul de o mie de litere alese la întâmplare. Oricât ar sima de paradoxal, mesajele aleatorii transportă *mai multă* informaţie. Implicaţia era că textul într-o limbă naturală ar putea fi codificat mai eficient pentru transmisie sau stocare.

Shannon a prezentat un mod de a face acest lucru, un algoritm care exploatează probabilităţile variabile ale diferitelor simboluri. Şi el a furnizat un pachet uluitor de rezultate fundamentale. Unul era o formulă pentru capacitatea canalului, limita absolută de viteză a oricărui canal de comunicaţie (acum cunoscută simplu drept limita Shannon). Un altul era descoperirea faptului că, în această limită, trebuie întotdeauna să fie posibilă elaborarea unor scheme de corecţie a erorilor care vor birui orice nivel de zgomot. Expeditorul poate fi nevoit să aloce tot mai mulţi biţi corectării erorilor, făcând transmisia din ce în ce mai lentă, dar mesajul va trece în cele din urmă. Shannon nu a arătat cum se proiectează astfel de scheme; el doar a dovedit că era posibil, prin aceasta inspirând o viitoare ramură a informaticii. “Să faci şansa de eroare oricât de mică doreşti? Nimeni nu s-a gândit la aşa ceva”, îşi

amintea, peste nişte ani, colegul său, Robert Fano. “Cum a avut acea inspiraţie, cum a ajuns să creadă un asemenea lucru, nu ştiu. Dar aproape toată teoria modernă a comunicării se bazează pe acea lucrare.”29 Fie că se reduce redundanţa pentru a spori eficienţa, fie că se adaugă redundanţă pentru a permite corectarea erorilor, codificarea depinde de cunoaşterea structurii statistice a limbajului pentru a se face codificarea. Informaţia nu poate fi separată de probabilităţi. In mod fundamental, un bit este întotdeauna o aruncare cu banul.

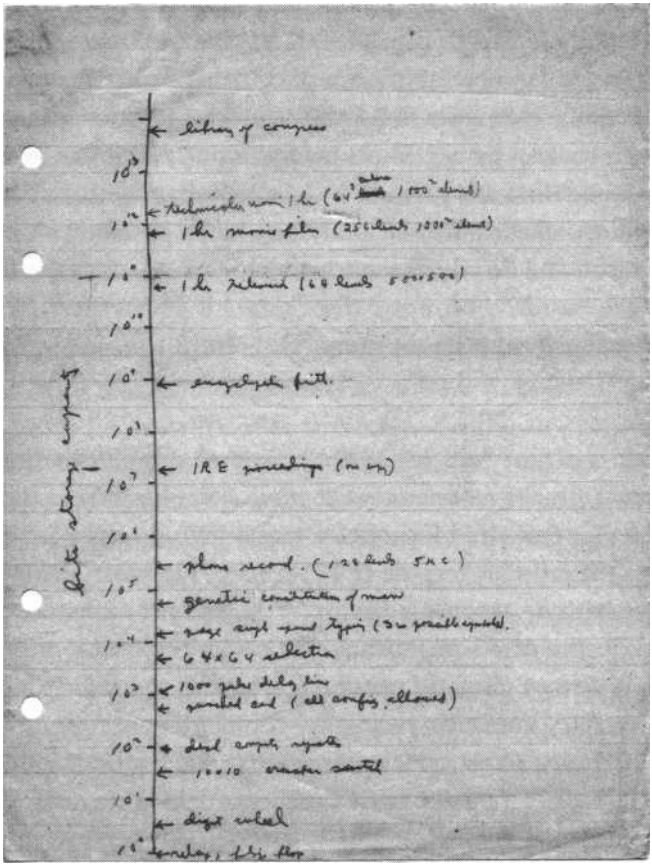
Dacă cele două feţe ale monedei erau un mod de reprezentare a unui bit, Shannon a oferit şi un exemplu mai practic de hardware:

Un dispozitiv cu două poziţii stabile, precum un releu sau un circuit flip-flop, poate să stocheze un bit de informaţie. *N* astfel de dispozitive pot să stocheze *N* biţi, de vreme ce numărul total de stări posibile este *2N* şi log22A/ = *N*.

Shannon văzuse dispozitive - combinaţii de relee, de exemplu - care puteau să stocheze sute, chiar mii de biţi. Părea foarte mult. Pe când îşi finisa redactarea, s-a rătăcit într-o zi în biroul unui coleg de la Bell Labs, William Shockley, un englez de vreo treizeci de ani. Shockley făcea parte dintr-un grup de fizica solidelor care lucra la nişte alternative ale tuburilor cu vid pentru electronică, iar pe biroul lui se găsea un mic prototip, o bucată de cristal semiconductor. “Este un amplificator în stare solidă”, i-a spus Shockley lui Shannon.30 In acel moment încă nu avea un nume.

Intr-o zi din vara lui 1949, înainte să apară versiunea în volum a *Teoriei matematice a comunicării*, Shannon a luat un creion şi o foaie de blocnotes, a tras o linie de sus până jos şi a scris puterile lui zece de la 10° la IO13. A botezat această axă “capacitate de stocare a biţilor”.31 A început să listeze nişte itemi despre care s-ar putea spune că “depozitează” informaţie. Un disc cu cifre, de genul folosit într-o maşină de adunat de birou - cu zece cifre zecimale -

reprezintă puţin peste 3 biţi. Sub IO3 biţi, a scris “cartele perforate (toate configuraţiile permise)”. La 104, a pus “pagină dactilografiată la un rând (32 de simboluri posibile)”. Lângă IO5, a scris ceva neconvenţional: “constituţia genetică a omului” Nu exista niciun precedent real pentru aşa ceva în gândirea ştiinţifică de atunci. James D. Watson era un student la Zoologie de douăzeci şi unu de ani, din Indiana; descoperirea structurii moleculei de ADN urma să se realizeze peste multi ani. Aceasta a fost prima dată când cineva sugera că genomul era un depozit de informaţii măsurabile în biţi. Bănuiala lui Shannon era una modestă, scăzută cu cel puţin patru ordine de mărime. El credea că un “disc audio (128 de niveluri)” conţinea mai multă informaţie: cam



300 000 de biţi. La nivelul de 10 milioane situa o masivă revista profesională (*Lucrările Institutului Inginerilor de Radiofonie*) şi la 1 miliard *Encyclopaedia Britannica*. Estima o oră de transmisie televizată la 1011 biţi şi o oră de "film multicolor" la peste un trilion. în cele din urmă, chiar sub notaţia în creion a puterii IO14,100 de trilioane de biţi, a pus cea mai mare acumulare de informaţie la care se putea gândi: Biblioteca Congresului.

COTITURA INFORMATICĂ

(COMPONENTA DE BAZĂ ÎN CONSTRUCŢIA UNEI MINŢI)

Este probabil periculos să se utilizeze această teorie a informaţiei în domenii pentru care nu a fost concepută, dar

cred că pericolul nu-i va împiedica pe oameni să facă uz de ea.1

C. R. Licklider (1950)

Majoritatea teoriilor matematice se configurează lent; teoria informaţiei a lui Shannon s-a născut precum Atena, pe deplin formată. Totuşi, cărticica lui Shannon şi Weaver a atras în mică măsură atenţia atunci când a apărut, în 1949. Prima recenzie a venit din partea unui matematician, Joseph L Doob, care s-a plâns că era mai mult "sugestivă" decât matematică - "şi nu este întotdeauna clar dacă intenţiile matematice ale autorului sunt onorabile".2 O revistă de biologie spunea: "La prima vedere, s-ar părea că aceasta este în primul rând o monografie inginerească, având în mică măsură sau deloc aplicaţii în sfera problemelor umane. în realitate, teoria are unele implicaţii destul de incitante."3 *The Philosophical* Review spunea că ar fi o eroare din partea filosofilor să ignore această carte: "Shannon dezvoltă un concept de *informaţie* care, destul de surprinzător, se dovedeşte a fi o extensie a conceptului termodinamic de *entropie*"*4* Cea mai stranie recenzie abia dacă se putea numi astfel: cinci paragrafe din *Physics Today* - *Fizica de azi*, septembrie 1950, semnată de Norbert Wiener, Massachusetts Institute of Technology.

Wiener începea cu o istorioară uşor condescendentă:

Acum vreo cincisprezece ani, un foarte strălucit tânăr student s-a adresat autorităţilor de la MIT cu o idee privind o teorie a comutării electrice dependentă de algebra logicii. Studentul era Claude E. Shannon.

In cartea de faţă (continua Wiener), Shannon, împreună cu Warren Weaver, "a rezumat vederile sale asupra ingineriei comunicării".

Ideea fundamentală dezvoltată de către Shannon, spunea Wiener, "este aceea a cantităţii de informaţie ca entropie negativă". A mai adăugat că el însuşi - "autorul prezentei recenzii" - dezvoltase aceeaşi idee cam în acelaşi timp.

Wiener declara cartea ca fiind o lucrare “ale cărei origini erau independente de propria mea activitate, dar care a fost legată de la început de cercetările mele prin influenţe reciproce, venind din ambele direcţii”. El îi menţiona pe “aceia care au încercat să urmeze această analogie în studiul demonului lui Maxwell” şi adăuga că mai rămâneau multe de făcut.

Apoi a sugerat că tratarea limbajului era incompletă fără un mai mare accent pe sistemul nervos uman: “receptarea nervoasă şi transmisia limbajului în creier. Spun aceste lucruri fără urmă de ostilitate critică”.

In cele din urmă, Wiener concluzionează cu un paragraf dedicat unei alte cărţi: “propria mea lucrare, *Cybernetics*”. Ambele cărţi, spunea el, reprezintă nişte salve de tun inaugurale ale unui domeniu care promite să se dezvolte rapid.

în cartea mea, mi-am îngăduit privilegiul de autor de a fi mai speculativ şi de-a acoperi o arie mai largă decât au decis să o facă dr. Shannon şi dr. Wiener. Nu e numai loc, ci o categorică nevoie de cărţi diferite.

El şi-a salutat colegii pentru bine făcuta şi independenta lor abordare - a ciberneticii.

între timp, Shannon redactase deja o scurtă recenzie a cărţii lui Wiener în *Lucrările Institutului Inginerilor Radio*, aducându-i nişte aprecieri ce puteau fi descrise drept palide. Este “o excelentă introducere”, a spus el.5 Exista o mică tensiune între cei doi. Se putea simţi privind lunga notă de subsol care era ataşată paginii de deschidere a părţii consacrate de către Wiener *Teoriei matematice a comunicării*:

însuşi dr. Shannon a subliniat că teoria comunicării datorează mult profesorului Norbert Wiener pentru cea mai mare parte a filosofiei sale de bază. Profesorul Wiener, pe de altă parte, arată că mare parte din activitatea timpurie a lui Shannon privind comutarea şi logica matematică precedă propriul său interes în domeniu,- şi adaugă cu

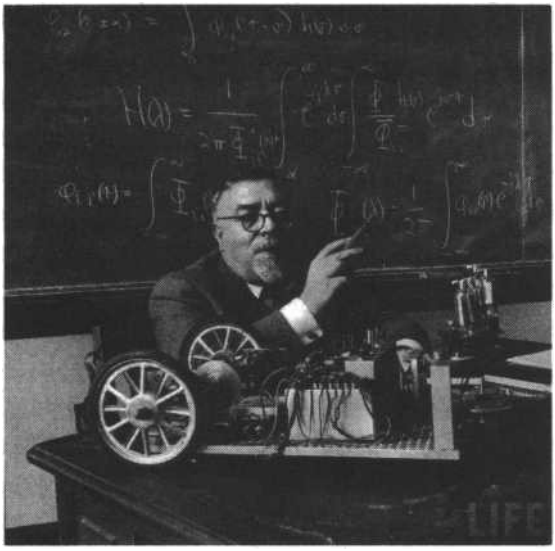
generozitate că Shannon merită indubitabil creditul pentru dezvoltarea independentă a unor aspecte atât de fundamentale ale teoriei, precum introducerea ideilor entropice.

Colegul lui Shannon, John Pierce, a scris mai târziu: “Capul lui Wiener era plin de propria sa operă. Oameni competent mi-au spus că Wiener, pornind de la ideea greşită că el ştia deja ceea ce făcuse Shannon, nu l-a înţeles de fapt niciodată”.6

Cibernetica era o invenţie, un viitor termen la modă, un nou domeniu de cercetare, cu pretenţii de mişcare filosofică, pe de-a-ntregul concepută de către acest sclipitor şi penetrant gânditor. Cuvântul pe care l-a luat din greceşte înseamnă *cârmaci*: Küßepvf|Tr|o, *kubernites*, din care provine, de asemenea (nu prin coincidenţă), cuvântul *governor* - guvernator.7 In viziunea lui, cibernetica se dorea a fi un domeniu care să sintetizeze studiul comunicării şi al conducerii, de asemenea, studiul omului şi al maşinii. Norbert Wiener se făcuse cunoscut mai întâi ca o curiozitate: sportiv, copil minune, impulsionat şi promovat de către tatăl său, profesor la Harvard. “Un copilandru care fusese proclamat cu mândrie de către prietenii lui drept cel mai sclipitor băiat din lume”, relata *The New York Times* pe prima pagină, atunci când, la paisprezece ani, “va absolvi luna viitoare Tufts College.... Pe lângă faptul că puterea de învăţare a lui Norbert Wiener este fenomenală, el este un băiat obişnuit.... Ochii negri strălucitori reprezintă trăsătura lui cea mai izbitoare”.8 Când şi-a scris memoriile, a folosit întotdeauna în titluri cuvântul *prodigy* - copil-minune: *Fost copil-minune*: *copilăria şi tinereţea mea* şi *Sunt matematician*: *viaţa târzie a unui copil-minune*.

După Tufts (’Matematică), Harvard graduate school (Zoologie), Cornell (Filosofie) şi din nou Harvard, Wiener a plecat la Cambridge, Anglia, unde a studiat logica simbolică şi *Principia Mathematica* cu însuşi Bertrand Russell. Russell nu a fost pe de-a-ntregul fermecat. “A venit un

copil-minune, pe nume Wiener, cu doctorat (Harvard), în vârstă de 18 ani", i-a scris unei prietene. "Tânărul a fost adulat şi se crede Dumnezeu Atotputernicul - se dă o permanentă bătălie între el şi mine pentru a stabili care dintre noi este profesorul."9 In ceea ce-l priveşte, Wiener îl detesta pe Russell: "Este un aisberg. Mintea lui impresionează ca o profundă, rece şi îngustă maşină logică, tăind universul în pacheţele elegante, ce măsoară numai trei inchi pe toate laturile".10 La întoarcerea în Statele Unite, Wiener a intrat la MIT în 1919, odată cu Vannevar Bush. Când Shannon a ajuns acolo în 1936, a urmat unul dintre cursurile de matematică ale lui Wiener. De îndată ce războiul a început să se profileze, Wiener a fost unul dintre primii care au făcut parte din grupurile ascunse şi răsfirate de matematicieni care au lucrat la reglarea tirului antiaerian.



Norbert Wiener (1956)

Era scund şi rubicond, purtând ochelari groşi şi un cioc mefistofelic. In vreme ce munca lui Shannon la comanda tunurilor fora spre semnalul amestecat cu zgomotul, Wiener s-a ţinut aproape de zgomot: fluctuaţii ce roiau în receptorul

radar, devieri imprevizibile ale traiectoriilor de zbor. Zgomotul se comporta statistic, a înţeles el, ca şi mişcarea browniană, acea “extrem de vioaie şi total aleatorie mişcare” pe care van Leeuwenhoek o observase la microscopul său în secolul al XVII-lea. Wiener se apucase de o tratare matematică aprofundată a mişcării browniene în anii 1920. Era interesat de pura discontinuitate - nu numai traiectoriile particulelor, ci şi funcţiile matematice păreau să se comporte anormal. Acesta era, după cum a scris el, haosul discret, un termen ce avea să nu fie bine înţeles timp de câteva generaţii. In cadrul proiectului de reglare a tirului, la care Shannon şi-a adus o modestă contribuţie lucrând în echipa de la Bell Labs, Wiener şi colegii săi au elaborat o legendară monografie de 120 de pagini, secretizată şi cunoscută de numai câteva zeci de persoane, cărora le era permis să o vadă sub numele de “Pericolul Galben”, datorită culorii coperţilor şi a dificultăţii tratării ei. Titlul formal era *Extrapolare*, *interpolare şi finisarea şirurilor temporale staţionare*. In lucrare, Wiener a elaborat o metodă statistică de predicţie a viitorului pornind de la nişte date alterate de zgomot, incerte şi corupte din trecut. Era ceva prea ambiţios pentru mecanismele tunurilor existente, dar el l-a testat pe Analizatorul Diferenţial al lui Vannevar Bush. Atât tunul antiaerian, cu militarii aferenţi, cât şi avionul ţintă, cu pilotul său, erau nişte hibrizi de om şi maşină. Unul trebuia să anticipeze comportamentul celuilalt.

Pe cât de retras era Shannon, pe atât era Wiener de monden. Era un om umblat şi poliglot, ambiţios şi dornic de afirmare socială; lua ştiinţa cu patimă, ca pe o chestiune personală. Expresia pe care a dat-o celei de-a doua legi a termodinamicii, de exemplu, era un strigăt patetic:

înotăm în amonte, contra unui mare torent de dezordine, care tinde să reducă totul la moartea termică a echilibrului şi nediferenţierii....Această moarte termică din fizică a re o contra parte în etica lui Kierkegaard, care a arătat că trăim

într-un univers moral haotic. în cadrul acestuia, principala noastră obligaţie este aceea de a stabili enclave arbitrare de ordine şi sistem. Precum Regina Roşie, nu putem rămâne locului fără să fugim cât putem de repede.11

Era preocupat de locul său în istoria intelectuală şi ţintea sus. Cibernetica, a scris el în memoriile sale, se ridica la statutul de "nouă interpretare a omului, a cunoaşterii universului de către om şi a societăţii".12 Pe când Shannon se vedea pe sine ca matematician şi inginer, Wiener se considera în primul rând filosof şi, din activitatea sa la proiectul de reglare a tirului, a extras învăţăminte filosofice despre scop şi comportament. Dacă se defineşte comportamentul în mod inteligent - "orice modificare a unei entităţi în raport cu mediul înconjurător" -, atunci cuvântul se poate aplica în egală măsură maşinilor ca şi animalelor.13 Comportamentul îndreptat către un scop este intenţional, iar scopul poate fi, uneori, introdus mai degrabă în maşină decât într-un operator uman: de exemplu, în cazul unui mecanism de căutare a ţintei. "Termenul servomécanisme a fost inventat tocmai pentru a desemna maşini cu un comportament intenţional intrinsec." Cheia era controlul sau autoreglarea.

Ca să o analizeze în mod corespunzător, el a împrumutat un termen obscur din ingineria electrică: "feed-back"[49], reîntoarcerea energiei din outputul unui circuit înapoi ca input al său. Când feedbackul este pozitiv, ca atunci când sunetul din difuzoare este reamplificat de microfoane, el creşte sălbatic, scăpând de sub orice control. Dar atunci când feedbackul este negativ - precum regulatorul mecanic de presiune al motoarelor cu abur, analizat prima oară de către James Clerk Maxwell -, el poate ghida un sistem către echilibru; el serveşte ca agent de stabilitate. Feedbackul poate să fie mecanic: cu cât regulatorul lui Maxwell se

49 Inițial tradus în românește prin „conexiune inversă", treptat termenul englezesc feedbacks fost adoptat ca atare, fiind prezent în DEX, cu pluralul feedbackuri (n.a.).

învârteşte mai repede, cu atât braţele sale sunt mai desfăcute şi cu cât braţele se deschid mai mult, cu atât trebuie să se rotească mai lent. Sau poate fi electric. Indiferent cum ar fi, cheia procesului este informaţia. Ceea ce guvernează tunul antiaerian, de exemplu, este informaţia despre coordonatele avionului şi poziţia anterioară a tunului însuşi. Prietenul lui Wiener, Bigelow, a subliniat acest aspect: “că nu era un lucru fizic particular, precum energia, lungimea sau voltajul, ci numai informaţie (transmisă prin orice mijloace)”.14

Feedbackul negativ trebuie să fie omniprezent, după cum simţea Wiener. Il putea vedea la lucru în coordonarea mâinilor şi a ochilor, ghidând sistemul nervos al unui ins în timp ce efectuează o acţiune atât de comună precum ridicatul unui creion de pe jos. El s-a concentrat îndeosebi asupra tulburărilor neorologice, boli care distrug coordonarea fizică a limbajului. El le-a văzut foarte specific drept cazuri de feedback informaţional care a luat-o razna: diferite forme de ataxie, de exemplu, în care mesajele senzoriale sunt fie întrerupte în cordonul spinal, fie interpretate greşit în cerebel. Analiza lui era detaliată şi matematică, cu ecuaţii - ceva aproape nemaiauzit în neurologie. Intre timp, sistemele de control prin feedback se infiltrau în liniile de asamblare din uzine, pentru că un sistem mecanic poate, de asemenea, să-şi modifice propriul comportament. Feedbackul este guvernatorul, cârmaciul.

Astfel, *Cibernetica* a devenit titlul primei cărţi a lui Wiener, publicată în toamna lui 1948 atât în Statele Unite, cât şi în Franţa. Subtitlu: *Control si comunicare în animal si maşină*. Cartea *> 9 9 9*

este un talmeş-balmeș de idei şi analize şi, spre stupefacţia editorilor săi, a devenit neaşteptatul bestseller al anului. Populare le magazine de ştiri americane, *Time* şi *Newsweek*, i-au acordat o mare atenţie. Wiener şi cibernetica se identificau cu un fenomen ce izbucnea în conştiinţa publică exact în acel moment: maşinile de calcul.

Odată cu sfârşitul războiului, un văl fusese ridicat de peste primele proiecte urgente în calculul electronic, în mod special ENIAC, un monstru de treizeci şi două de tone de tuburi cu vid, relee şi cabluri sudate manual, pe o suprafaţă de 24 de metri pătraţi, de la şcoala de inginerie electrică a Universităţii din Pennsylvania. Putea să stocheze şi să înmulţească până la douăzeci de numere de zece cifre zecimale; armata l-a folosit ca să calculeze tabele de tragere pentru artilerie. Compania International Business Machines, IBM, care furniza maşini cu cartele perforate pentru proiecte militare, a construit, de asemenea, o maşină de calcul gigantică la Harvard, Mark I. In Britania, încă în secret, spărgătorii de coduri de la Bletchley Park se apucaseră să construiască o maşină de calcul cu tuburi de vid, numită Colossus. Alan Turing începea să lucreze la încă una, la Universitatea din Manchester. Când publicul a aflat despre aceste maşini, oamenii s-au gândit în mod firesc la "creiere". Toată lumea punea aceeaşi întrebare: pot maşinile să gândească?

"Cresc cu înfricoşătoare viteză", declara *Time* în ediţia sa de sfârşit de an. "Au început prin a rezolva ecuaţii matematice cu rapiditatea fulgerului. Acum încep să acţioneze ca nişte adevărate creiere mecanice."15 Wiener încuraja speculaţia, dacă nu imaginaţia necontrolată;

Dr. Wiener nu vede niciun motiv pentru care ele nu pot învăţa din experienţă, precum nişte copii monstruoşi şi precoci, trecând în goană prin şcoala elementară. Un astfel de creier mecanic, matur pe baza experienţei acumulate, ar putea să conducă o întreagă industrie, înlocuind nu numai mecanicii şi funcţionarii, ci şi o mare parte dintre directori...

Pe măsură ce oamenii construiesc maşini de calcul mai bune, explică Wiener, şi pe măsură ce ei explorează propriul lor creier, cele două par din ce în ce mai asemănătoare. Omul, crede el, se recreează pe sine, mărit monstruos, spre propriul folos.

Mare parte din succesul cărţii sale, aşa obscură şi dizgraţioasă pe cât era, rezidă în faptul că Wiener repunea mereu accentul asupra omului, nu asupra maşinii. El nu era atât de preocupat să arunce o lumină asupra naşterii computerelor - cu care, în orice caz, avea legături periferice -, cât de felul în care calculul automat ar putea să arunce o lumină asupra umanităţii. Avea un profund interes, după cum s-a văzut, faţă de înţelegerea tulburărilor mintale; faţă de protezele mecanice şi faţă de dislocările sociale care ar putea să urmeze după apariţia maşinilor inteligente. Era îngrijorat de faptul că aceasta ar putea să devalorizeze creierul omenesc aşa cum maşinismul industrial devalorizase mâna omului.

El a tratat paralelismul dintre om şi maşină într-un capitol intitulat “Maşinile de calcul şi sistemul nervos”. Mai întâi, el a făcut o distincţie între două tipuri de maşini de calcul: analogice şi digitale, deşi el nu a folosit aceşti termeni. Primul tip, precum Analizatorul Diferenţial Bush, reprezenta numerele ca măsurători pe o scală continuă; erau maşini analogice. Celălalt tip, pe care el l-a numit maşini numerice, reprezenta numerele direct şi exact, aşa cum făceau calculatoarele de birou. Ideal, aceste dispozitive ar folosi sistemul numeric binar, de dragul simplităţii. Pentru calcule avansate, ar avea nevoie să utilizeze o formă de logică. Ce formă? Shannon răspunsese la această întrebare în teza lui de masterat din 1937, iar Wiener a oferit acelaşi răspuns:

algebra logicii *par excellence sau* algebra booleană. Acest algoritm, ca şi aritmetica binară, se bazează pe dihotomia, pe alegerea între *da* şi *nu*, alegerea între a fi într-o clasă ori în afara ei.16

Creierul, de asemenea, argumenta el, este cel puţin parţial o maşină logică. Pe când computerele folosesc relee - mecanice, electromecanice sau exclusiv electrice -, creierul are neuroni. Aceste celule tind să se afle, la un moment dat, în una din două stări: activi (aprinşi) sau inactivi (în repaus). Astfel încât pot fi consideraţi nişte relee cu două stări. Ei sunt conectaţi între ei în vaste reţele, având puncte de

contact cunoscute drept sinapse. Ei transmit mesaje. Pentru stocarea mesajelor, creierele posedă memorie: maşinile de calcul, de asemenea, au nevoie de un depozit fizic care poate fi numit memorie. (El ştia bine că aceasta era o imagine simplificată a unui sistem complex, că alte tipuri de mesaje, mai curând analogice decât digitale, păreau să fie transmise chimic de către hormoni.) Wiener a mai sugerat că tulburări funcţionale de genul "căderilor nervoase" ar putea avea nişte rude în electronică. Proiectanţii maşinilor de calcul ar putea fi nevoiţi să planifice inoportune potopuri de date - poate echivalentul "problemelor de trafic şi al supraîncărcării din sistemul nervos".17

Creierele şi computerele electronice consumă deopotrivă cantităţi de energie în efectuarea operaţiilor lor logice - "toată fiind irosită şi disipată sub formă de căldură", care trebuie îndepărtată de sânge sau de aparate de ventilaţie şi răcire. Dar toate acestea sunt dincolo de esenţa problemei, a spus Wiener. "Informaţia este informaţie, nu materie sau energie. Niciun materialism care nu admite acest lucru nu poate supravieţui în prezent."

A urmat o perioadă de febrilitate.

"Ne aflăm din nou într-una dintre acele perioade prodigioase de progres ştiinţific - în felul ei asemănătoare cu perioada presocratică"18, declara aforisticul neurofiziolog cu barbă albă, Warren McCulloch, la o întrunire a filosofilor britanici. Le-a spus că, ascultându-i pe Wiener şi von Neumann, îi veneau în minte disputele anticilor. Se născuse o nouă fizică a comunicării, a spus el, iar metafizica nu va mai fi niciodată aceeaşi: "Pentru prima dată în istoria ştiinţei, ştim cum ştim şi, prin urmare, suntem capabili să o spunem cu claritate". Le-a oferit o erezie: că subiectul cunoscător era o maşină de calcul, creierul fiind compus din relee, poate în număr de zece miliarde, fiecare primind semnale de la alte relee şi trimiţându-le mai departe. Semnalele sunt cuantizate: ele ori au loc ori nu. Aşa că, încă o dată, materia lumii, a spus el, se arată a fi atomii lui

Democrit - “indivizibili - cei mai mici - care cad ciocnindu-se în vid”.

Este o lume pentru Heradit, veşnic “în mişcare”. Nu înţeleg doar că fiecare releu este el însuşi momentan distrus şi recreat ca o flacără, ci vreau să spun că el are treabă cu informaţia care picură în el pe multe canale, trece prin el, se amestecă cu el şi iese din nou spre lume.

Faptul că aceste idei se scurgeau peste graniţele disciplinare se datora în mare măsură lui McCulloch, un dinam de eclectism şi fertilizare încrucişată. Curând după război, el a început să organizeze o serie de conferinţe la Beekman Hotel de pe Park Avenue din New York City, cu bani de la Fundaţia “Josiah Macy Jr.”, înfiinţată în secolul al XIX-lea de moştenitorii vânătorilor de balene din Nantucket. O cohortă de ştiinţe ajungeau la pubertate în acelaşi timp - aşa-numitele ştiinţe sociale, precum antropologia şi psihologia - căutând un nou fundament matematic; ramuri medicale cu nume hibride, precum neurofiziologia; nu tocmai ştiinţe, precum psihanaliza - iar McCulloch invita experţi din toate aceste domenii, alături de matematică şi inginerie electrică. El a instituit o regulă de tip Arca lui Noe, invitând câte doi din aceeaşi specie, astfel încât vorbitorii să aibă întotdeauna de faţă pe cineva care să le înţeleagă jargonul.19 Din grupul de bază făceau parte deja celebra specialistă în antropologie Margaret Mead şi pe atunci soţul ei, Gregory Bateson, psihologii Lawrence K. Frank şi Heinrich Klüver şi acea pereche formidabilă de matematicieni, uneori în relaţii de rivalitate, formată din Wiener şi von Neumann.

Mead, care scria procesele verbale ale conferinţelor în stenograme de necitit pentru nimeni, a spus că şi-a rupt un dinte în surescitarea primei reuniuni şi că nu şi-a dat seama decât după aceea. Wiener le-a spus că toate aceste ştiinţe, îndeosebi ştiinţele sociale, erau, în mod fundamental,studiu al comunicării şi că ideea lor unificatoare era *mesajul.20* întrunirile au început cu greoaia denumire de Conferinţa

asupra Mecanismelor cu Cauzalitate Circulară şi Feedback în Sistemele Biologice şi Sociale şi apoi, din respect faţă de Wiener, de a cărui recentă faimă se bucurau, au schimbat-o în Conferinţa de Cibernetică. In cadrul conferinţelor, a intrat în obicei folosirea noului, ciudatului şi uşor suspectului termen de *teorie a informaţiei*. Unele discipline se acomodau mai bine decât altele. Nu era nici pe departe clar unde se încadra informaţia în perspectiva fiecăreia dintre ele.

Reuniunea din 22 şi 23 martie 1950 a început conştientă de importanţa ei. “Tema şi grupul au provocat un enorm de mare interes în afară”, a spus Ralph Gerard, un neurolog de la şcoala de medicină a Universităţii din Chicago, “aproape la scara unei marote naţionale. S-au publicat articole ample în bine cunoscute reviste ştiinţifice, precum *Time*, *Newsweek* şi *Life*”.*21* El se referea, printre altele, la articolul principal din *Time*, din iama trecută, intitulat “Maşina gânditoare” şi avându-l în centru pe Wiener:

Profesorul Wiener este o pasăre a furtunii (arată mai degrabă ca un pelican furtunos) în matematică şi teritoriile adiacente.... Noile computere mari, a strigat Wiener cu un amestec de alarmă şi triumf, sunt...vestitorii unei pe deplin noi ştiinţe a comunicării şi controlului, pe care prompt a numit-o “cibernetică” Cele mai recente maşini, a subliniat Wiener, au deja o extraordinară asemănare cu creierul omenesc, atât în structură, cât şi în funcţionalitate. Deocamdată, nu au simţuri sau “efectori” (braţe şi picioare), însă de ce nu ar avea?

Era adevărat, spunea Gerard, că domeniul său era profund influenţat, prin noi tipuri de gândire, de ingineria comunicării - ajutându-i pe specialişti să gândească un impuls nervos nu doar ca pe un “eveniment fizico-chimic”, ci ca pe un semn sau un semnal. Aşa că era util să se ia lecţii de la “maşinile de calcul şi sistemele de comunicaţii”, dar era, pe de altă parte, şi periculos.

A spune, precum o face presa, că, prin urmare, aceste maşini sunt creiere, iar creierii noştri nu sunt nimic altceva decât maşini de calcul, este o blasfemie. La fel de bine s-ar putea spune că telescopul este un ochi sau că un buldozer este un muşchi.22

Wiener a simţit că trebuia să-i răspundă. “Nu am putut să previn aceste articole”, a spus el, “dar am încercat să conving publicaţiile să fie mai reţinute. Totuşi, nu cred că folosirea în ele a cuvântului «gânditoare» este pe de-a-ntregul blamabilă”.23 [50]

Scopul principal al lui Gerard era să se discute dacă creierul, cu misterioasa-i arhitectură de neuroni, arbori ramificaţi de dendrite şi interconexiuni complexe, vieţuind într-o supă chimică, poate fi descris în mod adecvat ca fiind analogic sau digital. Gregory Bateson l-a întrerupt imediat: lui această distincţie încă i se părea derutantă. Era o problemă fundamentală. Gerard îi datora propria sa înţelegere “educaţiei experte pe care am primit-o aici, în primul rând de la John von Neumann” - care stătea pe un scaun foarte aproape -, însă Gerard a primit oricum o lovitură de cuţit. Analogică este o riglă glisantă, pe care numărul este reprezentat ca distanţă; digital este un abac, pe care numeri o bilă sau nu; nu există cale de mijloc. Un reostat - un atenuator de lumină - este analogic; un întrerupător de perete care păcăne aprins sau stins e digital. Undele cerebrale şi chimia neurală, a spus Gerard, sunt analogice.25

Discuţia a continuat. Von Neumann avea multe de spus. Recent elaborase o “teorie a jocurilor”, pe care el o vedea efectiv ca pe o matematică a informaţiei incomplete. Şi el

50 După cum remarcă]ean-Pierre Dupuy: „Era, în fond, o situație întru totul obișnuită, în care savanții îi condamnă pe nonsavanți pentru că le iau spusele în serios. După ce au sădit în conștiința publică ideea că mașinile gânditoare erau la o aruncătură de băț, ciberneticienii s-au grăbit să se disocieze de oricine era suficient de credul încât să creadă așa ceva"24 (n.a.).

prelua conducerea în proiectarea arhitecturii noilor computere electronice. El dorea ca mintea mai analogică a grupului să gândească mai abstract - să recunoască faptul că procesele digitale au loc într-o lume dezordonată, continuă, dar sunt, cu toate acestea, digitale. Când un neuron păcăne între două stări posibile - “starea celulei nervoase fără niciun mesaj în ea şi starea celulei cu un mesaj în ea” - chimia acestei tranziţii poate avea nuanţe intermediare, dar, în scopuri teoretice, nuanţele pot fi ignorate. Intr-un creier, a sugerat el, exact aşa ca într-un computer alcătuit din tuburi cu vid, “aceste acţiuni discrete sunt, în realitate, simulate pe fundalul proceselor continue”.26 McCulloch tocmai spusese cu eleganţă acest lucru într-o nouă lucrare, intitulată “Despre computerele digitale numite creiere”: “In această lume pare a fi cel mai bine să tratăm chiar aparente continuităţi ca pe nişte numere ale câtorva paşi”.27 Tăcut, în sală se afla noul membru al grupului, Claude Shannon.

Următorul vorbitor a fost J. C. R. Licklider, un expert în vorbire şi sunet de la noul Laborator de Psiho-Acustică de la Harvard, cunoscut de toată lumea drept Lick. Era un alt tânăr om de ştiinţă cu picioarele înfipte în două lumi diferite - în parte psiholog, în parte specialist în inginerie electrică. Mai târziu, în acel an s-a mutat la MIT, unde a înfiinţat un nou departament de psihologie, în cadrul Departamentului de Inginerie Electrică. El lucra la o idee de cuantizare a limbajului - luând undele de vorbire şi reducându-le la cele mai mici cantităţi care puteau fi reproduse de un “circuit flip-flop”, un mic dispozitiv construit manual, alcătuit din tuburi cu vid, rezistenţe şi condensatoare în valoare de douăzeci şi cinci de dolari. Era surprinzător - chiar şi pentru nişte oameni obişnuiţi cu păcăniturile şi sâsâielile telefoanelor - cât de mult putea fi redusă vorbirea, rămânând inteligibilă.28 Shannon a ascultat cu atenţie, nu numai pentru că ştia despre aspectele relevante din ingineria telefoniei, ci pentru că se ocupase de aceste pro-

bleme în activitatea lui secretă din timpul războiului privind bătălia din domeniul audio. Wiener a intervenit, şi el, în parte datorită interesului său special faţă de protezele auditive.

Când Licklider a descris o distorsiune ca fiind nici liniară, nici logaritmică, ci “pe jumătate între ele”, Wiener l-a întrerupt:

“Ce înseamnă «pe jumătate între»? X plus S supra N?”

Licklider a oftat. “întotdeauna matematicienii fac asta, luându-mă din scurt pentru afirmaţii inexacte.”29 Dar nu avea nicio problemă cu matematica şi, ulterior, le-a oferit o estimare a cât de multă informaţie - folosind noua terminologie a lui Shannon - putea fi transmisă pe o linie de transmisie, dată fiind o anumită lărgime de bandă (5 000 de cicluri) şi un anumit raport semnal-zgomot (33 de decibeli), numere realiste pentru radioul comercial. “Cred să rezulte că 100 000 de biţi de informaţie se pot transmite printr-un astfel de canal de comunicaţie” - biţi pe secundă, voia să spună el. Era un număr uimitor: în comparaţie, el a calculat raportul vorbirii umane obişnuite astfel: 10 foneme pe secundă, alese dintr-un vocabular de 64 de foneme (26, “ca să fie mai uşor” - logaritmul numărului de alegeri este 6), astfel încât rezultă o rată de 60 de biţi pe secundă. “Aceasta presupune că fonemele au aceeaşi probabilitate -”

“Da!”, l-a întrerupt Wiener.30

şi desigur că ele nu o au.”

Wiener s-a întrebat dacă mai încercase cineva un calcul similar pentru “compresiunea ochiului”, în cazul televiziunii. Cât de multă “informaţie reală” este necesară pentru inteligibilitate? Deşi a mai adăugat, în treacăt: “Mă întreb adesea de ce încearcă lumea să se uite la televizor”

Margaret Mead avea de ridicat o problemă diferită. Ea nu voia ca grupul să uite că semnificaţia poate să existe cu totul separată de foneme şi definiţii de dicţionar. “Dacă vorbiţi despre alt gen de informaţie”, a spus ea, “dacă încercaţi să comunicaţi faptul că un ins este furios, ce ordin

de distorsiune poate fi introdusă pentru a scoate furia din mesaj, pe care, altminteri, l-ar purta exact aceleaşi cuvinte?”31

In acea seară, Shannon a ieşit la rampă. Să nu vă pese de semnificaţie, a spus el. El a anunţat că deşi tema lui era redundanţa englezei scrise, el nu avea să fie interesat câtuşi de puţin de *semnificaţie*.

El vorbea despre informaţie ca despre ceva transmis dintr-un punct în altul: “Ar putea fi, de exemplu, o secvenţă aleatorie de cifre sau ar putea fi informaţie pentru o rachetă ghidată sau un semnal de televiziune”.32 Ceea ce conta era că el avea să reprezinte sursa informaţiei ca pe un proces statistic, generând mesaje cu probabilităţi variabile. Le-a prezentat fragmentele de text alese la întâmplare pe care le-a folosit în *Teoria matematică a comunicării* - pe care puţini o citiseră - şi a descris “experimentul său de predicţie”, în care subiectul ghiceşte textul literă cu literă. Le-a spus că engleza are o *entropie* specifică, o cantitate corelată cu redundanţa, şi că putea să utilizeze aceste experimente ca să calculeze numărul. Ascultătorii erau fascinaţi - Wiener, în mod deosebit, gândindu-se la propria sa “teorie a predicţiei”.

“Metoda mea are unele paralelisme cu asta”, l-a întrerupt Wiener. “Scuze pentru întrerupere.”

Exista o diferenţă de accent între Shannon şi Wiener. Pentru Wiener, entropia era o măsură a dezordinii; pentru Shannon, a incertitudinii. Fundamental, din câte îşi dădeau ei seama, acestea erau identice. Cu cât există mai multă ordine inerentă într-o mostră de text englezesc - ordine sub formă de modele statistice, cunoscute conştient sau inconştient de către vorbitorii limbii -, cu atât există mai multă predictibilitate şi, în termenii lui Shannon, cu atât mai puţină informaţie este transmisă de fiecare literă care urmează. Atunci când subiectul ghiceşte următoarea literă cu siguranţă, aceasta este redundantă, iar apariţia literei nu aduce nicio informaţie. Informaţia este surpriză.

Ceilalţi l-au asaltat cu întrebări despre diferite limbi, diferite stiluri de proză, scrierea ideografică şi foneme. Un psiholog a întrebat dacă scriitura de ziar ar arăta diferit, din punct de vedere statistic, în comparaţie cu opera lui James Joyce. Leonard Savage, un statistician care lucra cu von Neumann, a întrebat cum a ales Shannon o carte pentru testul său: la întâmplare?

"Pur şi simplu m-am îndreptat spre bibliotecă şi am ales una."

"N-aş spune că a fost la întâmplare, ce ziceţi?", a spus Savage. "Exista pericolul ca volumul să fie o carte de inginerie." Shannon nu le-a spus că, în realitate, fusese un roman poliţist.33

Altcineva a vrut să ştie dacă, în opinia lui Shannon, gângurelile unui bebeluş ar fi mai mult sau mai puţin predictibile decât vorbirea unui adult.

"Cred că mai predictibilă", a răspuns el, "dacă eşti familiarizat cu bebeluşul".

Engleza este, de fapt, o multitudine de limbi diferite - la fel de multe, poate, câţi vorbitori de engleză -, fiecare cu statistici diferite. Ea se multiplică, de asemenea, în dialecte artificiale: limbajul logicii simbolice, care este un alfabet restricţionat şi precis, sau limbajul numit "aeroplaneză", utilizat de turnurile de control şi de piloţi. Iar limbajul este în flux constant. Heinz von Foerster, un tânăr fizician de la Viena şi im adept timpuriu al lui Wittgenstein, s-a întrebat cum gradul de redundanţă dintr-o limbă s-ar putea modifica odată cu evoluţia limbii şi, mai ales, în tranziţia de la cultura orală la cea scrisă.

La fel ca şi Margaret Mead şi alţii, Foerster era deranjat de ideea informaţiei fără semnificaţie. "Eu voiam să numesc tot ceea ce ei numeau teoria informaţiei teoria *semnalului*", a spus el mai târziu, "deoarece informaţia nu era încă prezentă. Erau «*bip bipuri*», dar numai atât, nicio informaţie. în momentul în care cineva transformă acel set de semnale în alte semnale pe care creierul nostru le poate

înţelege, *atunci* se naşte informaţia - ea nu se află în bipuri."34 Dar s-a descoperit pe sine gândind despre esenţa limbajului, istoria sa în spirit şi în cultură, într-un alt mod. La început, a arătat el, nimeni nu este conştient de litere sau de foneme ca unităţi de bază ale limbii.

Mă gândesc la vechile texte maya, la hieroglifele egiptenilor sau la tăbliţele sumeriene din prima perioadă. în timpul dezvoltării scrisului, e nevoie de un timp considerabil - sau de un accident - să recunoşti că limba poate fi descompusă în unităţi mai mici decât cuvintele, de exemplu silabe sau litere. Am sentimentul că există un feed back între scriere şi vorbire.35

Discuţia i-a schimbat opinia despre rolul central al informaţiei. El a adăugat o notă epigramatică transcrierii sale a celei de-a opta conferinţe: "Informaţia poate fi considerată drept ordine smulsă din dezordine ".36

Oricât a încercat Shannon să-şi ţină ascultătorii concentraţi asupra definiţiei sale pure, golite de sens a informaţiei, acesta era un grup care nu s-ar fi ţinut la distanţă în mod clar de hăţişurile semantice. Ei au prins rapid ideile esenţiale ale lui Shannon şi s-au rătăcit în speculaţii foarte îndepărtate de ele. "Dacă am putea să cădem de acord în a defini drept informaţie orice modifică probabilităţile sau reduce incertitudinile", a remarcat Alex Bavelas, un psihosociolog, "modificările siguranţei emoţionale ar putea fi văzute foarte uşor în această lumină". Ce-ar fi de spus despre gesturi sau expresii faciale, bătăi pe umăr sau făcut cu ochiul peste masă? Din momentul în care psihologii au asimilat acest mod artificial de gândire despre semnale şi creier, întreaga lor disciplină se afla în pragul unei transformări radicale.

Ralph Gerard, neurologul, şi-a amintit o snoavă. Un străin se află la o petrecere a unor oameni care se cunosc între ei foarte bine. Unul spune "72" şi toată lumea râde. Altul spune "29" şi toţi izbucnesc în hohote de râs. Străinul întreabă ce se întâmplă.

Vecinul îi spune: “Ştim multe glume şi le-am spus de atâtea ori încât acum ne folosim numai de un număr”. Musafirul s-a gândit să încerce şi el şi, după ce s-au schimbat câteva cuvinte, a spus “63” Reacţia a fost anemică. “Ce s-a întâmplat, nu e o glumă?”

“Ba da, este una dintre cele mai bune glume ale noastre, dar nu aţi spus-o cum trebuie.”37

Anul următor, Shannon s-a întors cu un robot. Nu era un robot foarte inteligent, nici nu arăta a fiinţă vie, dar a impresionat grupul de cibemeticieni. Rezolva labirinturi. L-au numit “şobolanul lui Shannon”.

Se deplasa pe roţi într-o cutie având o grilă de cinci-pe-cinci pe tăblia superioară. Despărţituri puteau fi amplasate împrejur şi între cele douăzeci şi cinci de pătrate, pentru alcătuirea unor labirinturi având diferite configuraţii. Un bold putea fi aşezat în orice careu spre a servi drept ţintă, iar o vergea cu senzori, acţionată de două motoraşe, unul pentru est-vest şi unul pentru nord-sud, se deplasa în interior. Dedesubt se afla o mulţime de relee electrice, vreo şaptezeci şi cinci la număr, interconectate, comutându-se deschis şi închis pentru a forma “memoria” robotului. Shannon a apăsat pe comutator şi i-a dat drumul.

“Când maşina se stinge”, a spus el, “releele uită în esenţă tot ceea ce ştiau, astfel încât ele o iau acum de la început, fără nicio cunoaştere a labirintului”. Ascultătorii erau vrăjiţi. “Vedeţi acum degetul explorând labirintul, în urmărirea ţintei. Când atinge centrul unui careu, maşina ia o nouă decizie privind noua direcţie în care să o apuce.” Când maşina se loveşte de un zid despărţitor, motoarele o iau în sens invers şi releele înregistrează evenimentul. Maşina ia fiecare “decizie” pe baza “cunoaşterii” sale anterioare - erau imposibil de evitat aceste cuvinte psihologice - conform unei strategii proiectate de către Shannon. Străbătea labirintul prin încercare şi eroare, intrând pe culoare înfundate şi izbindu-se de pereţi. In cele din urmă,

sub privirile celor de faţă, şobolanul a găsit ţinta, a sunat un clopoţel, s-a aprins un bec şi motoarele s-au oprit.38

Apoi, Shannon a pus şobolanul înapoi la punctul de start pentru o nouă cursă. De această dată, el s-a dus direct la ţintă, fără s-o ia pe căi greşite şi fără să se lovească de pereţi, "învăţase." Plasat în altă parte, neexplorată, a labirintului, va relua şirul de încercări şi erori până când, în cele din urmă, "construieşte un model complet de informaţie şi este capabil să atingă ţinta direct din orice punct".39

Pentru a duce la bun sfârşit explorarea şi strategia de căutare a tintei, maşina trebuia să stocheze o cantitate de informaţie pentru fiecare careu pe care îl vizitase: anume, direcţia ultimă în care a părăsit careul. Erau numai patru posibilităţi - nord, vest, sud, est -, aşa că, după cum a explicat Shannon cu grijă, două relee erau atribuite ca memorie pentru fiecare careu. Două relee însemnau doi biţi de informaţie, suficient pentru o alegere din patru alternative, deoarece erau posibile patru stări: închis-închis, închis-deschis, deschis-închis şi deschis-deschis.

Apoi, Shannon a rearanjat plăcile despărţitoare, astfel încât vechea soluţie nu mai mergea. In acest caz, maşina urma "să orbecăiască" în toate direcţiile până când găsea o nouă soluţie. Totuşi, uneori o incomodă combinaţie particulară între memoria anterioară şi un nou labirint bloca maşina într-o buclă fără sfârşit. Le-a arătat: "Atunci când ajunge în A, îşi aminteşte că vechea soluţie spunea să se ducă în B şi aşa se învârte în cerc, A, B, C, D, A, B, C, D. A stabilit un cerc vicios sau o condiţie incantatorie".40

"O nevroză!", a spus Ralph Gerard.

Shannon şi labirintul său

Shannon a adăgat un “circuit antinevrotic”: un contor, setat să spargă bucla atunci când maşina repeta aceeaşi secvenţă de şase ori. Leonard Savage a văzut că această soluţie era un pic cam facilă. “Nu trebuie nicicum să recunoască faptul că este «psihopat» - doar recunoaşte că a mers prea mult?”, a întrebat el. Shannon a încuviinţat.

“Totul este prea uman”, a remarcat Lawrence K. Frank.

“George Orwell ar fi trebuit să vadă asta”, a spus Henry Brosin, un psihiatru.

O particularitate a modului în care Shannon organizase memoria maşinii - asociind o singură direcţie cu fiecare careu - era aceea că traseul nu putea fi inversat. Odată atinsă ţinta, maşina nu “ştia” cum să se întoarcă la punctul de plecare. Cunoaşterea, aşa cum era, provenea din ceea ce Shannon a numit câmp vectorial, totalitatea celor douăzeci şi cinci de vectori direcţionali. “Nu se poate spune de unde vine degetul senzitiv din studiul memoriei sale”, a explicat el.

“Ca un om care cunoaşte oraşul”, a spus McCulloch, “astfel încât se poate duce din orice loc în oricare alt loc, dar nu-şi aminteşte întotdeauna pe unde a mers”.41

Şobolanul lui Shannon se înrudea cu dansatoarea de argint a lui Babbage şi cu lebedele şi peştii metalici de la Muzeul Mecanic al lui Merlin: automate ce simulau viaţa. Ele nu au încetat să uimească şi să amuze. Zorii erei informatice au adus o întreagă nouă generaţie de şoareci, cărăbuşi şi ţestoase sintetice, făcute din tuburi cu vid şi apoi cu tranzistori. Erau primitive, aproape triviale, după standardele de peste numai câţiva ani. In cazul şobolanului, memoria totală a creaturii se ridica la şaptezeci şi cinci de biţi. Şi totuşi, Shannon putea pretinde pe bună dreptate că rezolva o problemă prin încercare şi eroare; păstra soluţia şi o repeta fără erori; integra informaţii noi din experienţa ulterioară; şi “uita” soluţia atunci când se schimbau împrejurările. Maşina nu doar imita comportamentul unor forme de viaţă; efectua funcţii anterior rezervate numai creierului.

Un critic, Dennis Gabor, un inginer în electricitate maghiar, care a primit ulterior premiul Nobel pentru inventarea holografie!, a reproşat: “In realitate, labirintul îşi aminteşte, nu şobolanul”.42 Era adevărat până la un punct. In fond, nu exista niciun şoarece. Releele electrice puteau fi plasate oriunde, şi ele păstrau memoria. Ele au devenit, de fapt, un model mintal de labirint - o *teorie* a labirintului.

Statele Unite postbelice nu erau nici pe departe singurul loc în care biologii şi neurologii făceau brusc cauză comună cu matematicienii şi specialiştii în inginerie electrică - deşi americanii vorbeau câteodată ca şi cum ar fi fost. Wiener, care şi-a relatat oarecum pe larg călătoriile prin alte ţări în introducerea sa la *Cibernetica*, a scris dispreţuitor că, în Anglia, cercetătorii i s-au părut a fi “bine informaţi”, dar că nu se făcuseră progrese notabile “în unificarea subiectului şi în împletirea laolaltă a diferitelor direcţii de cercetare”.43 Noi grupuri de savanţi britanici au început să se unifice în

replică la teoria informaţiei şi la cibernetică în 1949 - majoritatea tineri, cu experienţă proaspătă în descifrarea codurilor, radar şi reglarea tirului. Una dintre ideile lor a fost să formeze un club de modă englezească - “cu participare restrânsă şi cu activităţi după cină”, a propus John Bates, un pionier în electroencefalografie. Aceasta necesita discuţii ample privind nume, reguli de participare, venituri şi însemne. Bates dorea biologi cu înclinaţii spre electricitate şi ingineri de orientare biologică şi a sugerat “cam cincisprezece oameni care avuseseră ideile lui Wiener înainte să fi apărut cartea lui Wiener”.44 S-au întrunit prima oară la subsolul Spitalului Naţional pentru Boli Nervoase din Bloomsbury şi au decis să se numească Ratio Club - denumire însemnând ce dorea fiecare. (Cronicarii lor, Philip Husbands şi Owen Holland, care au luat interviuri multora dintre membrii supravieţuitori, relatează că jumătate pronunţau RAY-she-oh, iar jumătate RAT-ee-oh.)45 La prima lor întrunire l-au invitat pe Warren McCulloch.

Au discutat nu numai despre înţelegerea creierelor, ci şi despre “proiectarea” lor. Un psihiatru, W. Ross Ashby, a anunţat că lucra la ideea că “un creier constând în sinapse impresionabile, conectate aleatoriu, ar trebui să presupună gradul cerut de ordine ca rezultat al experienţei”46 - cu alte cuvinte, că mintea este un sistem dinamic cu autoorganizare. Alţii doreau să discute despre modelele de recunoaştere, despre zgomot în sistemul nervos, despre robotul de şah şi posibilitatea conştiinţei de sine mecanice. McCulloch s-a exprimat astfel: “Gândiţi-vă la creier ca la un releu telegrafic, care, primind un semnal, emite un alt semnal”. Releele parcurseseră o cale lungă de pe vremea lui Morse. “Dintre evenimentele moleculare al creierului, aceste evenimente sunt atomi. Fiecare trece sau nu trece.” Unitatea fundamentală este o alegere, şi este binară. “Este ultimul eveniment care poate fi adevărat sau fals.”47

Au reuşit, de asemenea, să-l atragă pe Alan Turing, care a publicat propriul său manifest cu o frază inaugurală

provocatoare - “Propun să analizăm întrebarea: «Pot maşinile să gândească?»“ -, urmată de abila recunoaştere a faptului că el va face acest lucru fără a încerca măcar să definească termenii *maşină* şi *gândire*. Ideea lui era să se înlocuiască întrebarea cu un test numit Jocul Imitaţiei, destinat să devină celebrul “Test Turing”. în forma sa iniţială, “Jocul Imitaţiei” presupune trei oameni: un bărbat, o femeie şi un interogator. Interogatorul se află într-o cameră alăturată şi pune întrebări (ideal, sugerează Turing, prin intermediul unui “teleprinter care comunică între cele două încăperi”). Interogatorul urmăreşte să determine care este bărbatul şi care este femeia. Unul dintre cei doi - bărbatul, să spunem - urmăreşte să-l păcălească pe interogator, pe când femeia urmăreşte să-l ajute să descopere adevărul. “Cea mai bună strategie pentru ea este, probabil, să dea răspunsuri corecte”, sugerează Turing. “Ea poate să adauge lucruri de genul «Eu sunt femeia, nu asculta ce spune el!», dar nu va ajuta la nimic, deoarece bărbatul poate să facă şi el remarci asemănătoare.”48

Dar ce se întâmplă când întrebarea nu priveşte sexul, ci genul: om sau maşină?

E de la sine înţeles că esenţa condiţiei de om rezidă în “capacităţile intelectuale” ale cuiva; de aici acest joc de mesaje incorporale, transmise orbeşte între încăperi. “Nu dorim să penalizăm maşina pentru incapacitatea ei de a străluci în concursuri de frumuseţe”, spune Turing sec, “nici să penalizăm omul pentru că pierde o cursă contra unui avion”. Şi nici, din acelaşi motiv, pentru lentoarea în calcule matematice. Turing oferă nişte întrebări şi răspunsuri imaginare.

întrebare: Vă rog să scrieţi un sonet despre Forth Bridge.[51]

Răspuns: Scutiţi-mă de această întrebare. N-am putut niciodată să scriu poezie.

51 Forth Bridge este un celebru pod de cale ferată din estul Scoției (n.a.).

înainte de a merge mai departe, totuşi, el găseşte de cuviinţă să explice ce fel de maşină are în vedere. “Prezentul interes faţă de «maşinile gântiroare»“, notează el, “a fost iscat de un tip particular de maşină, numită de obicei «computer electronic» sau «computer digital»“. Aceste dispozitive efectuează activitatea calculatorilor umani, mai rapid şi mai sigur. Turing enunţă, aşa cum Shannon nu a făcut-o, natura şi proprietăţile computerului digital. John von Neumann făcuse şi el acest lucru, construind o maşină succesoare lui ENIAC. Computerul digital cuprinde trei părţi: un “depozit de informaţie”, corespunzător memoriei de pe hârtie a calculatorilor umani; o “unitate executivă”, care desfăşoară operaţii individuale; şi un “control”, care conduce o listă de instrucţiuni, asigurând desfăşurarea lor în ordinea corectă. Aceste instrucţiuni sunt codificate ca numere. Ele sunt uneori numite “program”, explică Turing, iar construirea unei astfel de liste poate fi numită “programare”.49

Ideea este una veche, spune Turing, şi îl citează pe Charles Babbage, pe care îl identifică drept Profesor Lucasian de matematică la Cambridge între 1828 şi 1839 - odinioară atât de faimos, în prezent aproape uitat. Turing explică faptul că Babbage “avea toate ideile esenţiale” şi “a plănuit o astfel de maşină, numită Maşina Analitică, dar nu a fost niciodată finalizată”. Urma să utilizeze roţi şi cartele - nimic neavând legătură cu electricitatea. Existenţa (sau nonexistenţa, dar cel puţin aproape existenţa) maşinii lui Babbage îi permite lui Turing să respingă o superstiţie pe care o simţea născându-se în spiritul epocii anilor 1950. Oamenii păreau să simtă că magia computerelor digitale este, în esenţă, electrică; pe de altă parte, sistemul nervos este, de asemenea, electric. Dar Turing se străduieşte să conceapă calculul într-un mod universal, ceea ce înseamnă în chip abstract. El ştie că nu e vorba nicicum despre electricitate:

De vreme ce maşina lui Babbage nu era electrică şi întrucât toate computerele digitale sunt într-un anumit sens echivalente, vedem că această utilizare a electricităţii nu poate fi de importanţă teoretică. Proprietatea de utilizare a electricităţii este, astfel, privită ca fiind o asemănare foarte superficială.50

Celebrul computer al lui Turing era o maşină făcută din logică: o bandă imaginară, simboluri arbitrare. Dispunea de tot timpul din lume şi de o memorie nelimitată şi putea să facă totul exprimabil în paşi şi operaţii. Putea chiar să judece validitatea unei demonstraţii din *Principia Mathematica*. "în cazul în care formula nu este nici demonstrabilă, nici refutabilă, o astfel de maşină cu siguranţă nu se comportă într-un mod satisfăcător, pentru că ea continuă să lucreze indefinit fără să producă niciun rezultat, dar acest fapt nu poate fi privit ca fiind foarte diferit de reacţia matematicienilor."51 Aşa că Turing a presupus că putea să joace jocul imitaţiei.

Nu putea pretinde să dovedească acest lucru, desigur. El încerca în primul rând să schimbe termenii unei dezbateri pe care o considera, în mare măsură, prostească. El a oferit câteva previziuni pentru următoarea jumătate de secol: că maşinile de calcul vor avea o capacitate de stocare de IO9 biţi (el îşi imagina câteva computere foarte mari; nu a prevăzut viitorul nostru de omniprezente mici dispozitive de calcul, cu multe ordine de mărime mai mari decât atât); şi că ele ar putea fi programate să joace jocul imitaţiei destul de bine cât să-i poată păcăli pe unii interogatori cel puţin câteva minute (adevărat, în această privinţă).

Cred că întrebarea originală, «Pot maşinile să gândească?», este prea lipsită de sens pentru a merita să fie discutată. Cu toate acestea, cred că, la sfârşitul secolului, uzanţa cuvintelor şi opinia generală educată se vor fi modificat atât de mult, încât se va putea vorbi de maşini gânditoare fără a ne aştepta să fim contrazişi.52

Nu a apucat să vadă cât de nimerită era profeţia lui. în 1952, a fost arestat pentru infracţiunea de homosexualitate, judecat, condamnat, lipsit de asigurarea protecţiei şi supus de autorităţile britanice unui program umilitor şi émasculant de injecţii cu estrogen. S-a sinucis în 1954.

Până să mai treacă destui ani, puţini au ştiut despre munca secretă a lui Turing pentru ţara lui în cadrul proiectului "Enigma de la Bletchley Park". Ideile sale despre maşinile gânditoare au atras atenţia pe ambele maluri ale Atlanticului. Unii cărora ideea li se părea absurdă sau chiar înspăimântătoare i-au cerut opinia lui Shannon; el l-a susţinut ferm pe Turing. "Ideea unei maşini gânditoare nu ne repugnă câtuşi de puţin tuturor", i-a spus Shannon unui inginer. "De fapt, eu găsesc că ideea conversă, anume că un creier omenesc ar putea fi el însuşi o maşină ce poate fi duplicată funcţional cu obiecte neînsufleţite, este foarte atrăgătoare." Mai utilă, oricum, decât "emiterea unor ipoteze despre intangibile şi irealizabile «forţe vitale», «suflete» şi altele asemenea".53

Informaticienii doreau să ştie ce puteau face maşinile lor. Psihologii voiau să ştie dacă creierii sunt computere - sau poate dacă aceştia sunt *doar* computere. La mijlocul secolului, informaticienii erau specialişti de dată recentă; dar tot astfel erau, în felul lor, şi psihologii.

La jumătatea secolului al XIX-lea, psihologia era muribundă. Dintre toate ştiinţele, întotdeauna fusese cel mai dificil de spus cu exactitate care era obiectul ei de studiu. La origini, obiectul său era sufletul, în opoziţie cu trupul (somatologia) şi sângele (hematologia). "*Psihologia* este o doctrină care cercetează sufletul nostru omenesc şi efectele sale; aceasta este partea fără de care un om nu poate exista"54, scria James de Back în secolul al XVII-lea. Aproape prin definiţie, totuşi, sufletul era inefabil - un lucru greu de cunoscut. Complicând chestiunea şi mai mult era împletirea (în psihologie ca în niciun alt domeniu) dintre

observator şi observat. In 1854, când era mai probabil să fie numită “filosofie mentală”, David Brewster se lamenta că niciun alt departament de cunoaştere nu făcuse atât de puţine progrese pe cât “ştiinţa minţii, dacă poate fi numită ştiinţă”.

Văzută ca materială de către un cercetător, ca spirituală de către un altul şi de către alţii misterios compusă ca fiind amândouă, mintea omenească scapă cunoaşterii simţurilor şi raţiunii şi zace la pământ, un câmp de gunoaie cu expunere către nord, unde fiecare amator de speculaţii, aflat în trecere, îşi aruncă tarele sale mintale.55

Speculativii în trecere încă mai căutau îndeosebi pe dinăuntru, iar limitele introspecţiei erau vizibile. în căutare de rigoare, verificabilitate şi poate chiar matematizare, cercetătorii mintii au virat în direcţii radical diferite la începutul secolului XX. Calea lui Sigmund Freud a fost numai una dintre ele. în Statele Unite, William James a construit o disciplină a psihologiei aproape cu o singură mână - profesor ce a ţinut primele cursuri universitare, autorul primei cărţi cuprinzătoare - şi, când totul a fost făcut, şi-a ridicat braţele în aer. Propriile sale *Principii de psihologie*, a scris el, erau “o masă dezgustătoare, umflată, tumefiată, îngâmfată şi apoasă, dovedind numai două lucruri: întâi, că nu există ceva de genul unei ştiinţe a psihologiei şi, în al doilea rând, că WJ este un incapabil”.56

în Rusia, o nouă direcţie în psihologie a început cu un fiziolog, Ivan Petrovici Pavlov, cunoscut pentru studiul său, câştigător de Premiu Nobel, asupra digestiei, care a zeflemişti cuvântul *psihologie* şi toată terminologia asociată. în stări de spirit mai bune, James considera psihologia drept ştiinţa vieţii mintale, dar, pentru Pavlov, nu exista niciun fel de minte, ci numai comportament. Stări de spirit, gânduri, emoţii, ţeluri şi scopuri - toate acestea erau intangibile, subiective şi inaccesibile. Ele purtau amprenta religiei şi a superstiţiei. Ceea ce James identificase drept teme centrale - “fluxul gândirii”, “conştiinţa de sine”,

percepţia spaţiului şi a timpului, imaginaţia, raţiunea şi voinţa - nu aveau loc în laboratorul lui Pavlov. Tot ceea ce savantul putea să observe era comportamentul, şi acesta, cel puţin, putea fi înregistrat şi măsurat. Behavioriştii[52], în special John B. Watson din Statele Unite şi apoi, cel mai celebru, B.F. Skinner, au creat o ştiinţă bazată pe stimul şi reacţie: cocoloaşe de mâncare, clopoţei, şocuri electrice; salivare, apăsare pe manete, fuga prin labirinturi. Watson spunea că întregul scop al psihologiei era să prevadă ce reacţii vor urma unui anumit stimul şi ce stimuli ar putea să provoace un comportament dat. între stimul şi reacţie se afla o cutie neagră, cunoscută ca fiind alcătuită din organe de simţ, căi neurale şi funcţii motorii, dar în mod fundamental inaccesibile. De fapt, behavioriştii spuneau din nou că sufletul este inefabil. Timp de o jumătate de secol, programul lor de cercetare a înflorit pentru că dădea rezultate în legătură cu condiţionarea reflexelor şi controlul comportamentului.

Behavioriştii spuneau, după cum s-a exprimat psihologul George Miller ceva mai târziu: “Vorbiţi despre memorie; vorbiţi despre anticipaţie; vorbiţi despre sentimentele voastre; vorbiţi despre toate aceste lucruri mentaliste. Sunt vorbe de clacă. Arătaţi-mi unul, indicaţi unul”.57 Ei puteau să înveţe porumbei să joace ping-pong şi şobolani să fugă prin labirinturi. Dar, pe la mijlocul secolului, s-a instalat frustrarea. Puritatea behavioriştilor devenise o dogmă: refuzul lor de a lua în considerare stările de spirit a devenit o cuşcă, iar psihologii încă voiau să înţeleagă ce era mintea.

52 Termenul behaviorism, de mult adoptat în vocabularul psihologiei de la noi, provine din termenul englezesc behavior = „comportament" și denumește acea orientare în psihologia experimentală, dominantă până la jumătatea secolului XX, care se edifică pe postulatul fundamental că singurul aspect riguros observabil și măsurabil care merită și poate fi abordat științific este comportamentul ființelor vii, inclusiv omul - stările interioare fiind excluse ca obscurantiste, întrucât nu pot fi observate decât prin introspecție, repudiată ca pseudometodă științifică, subiectivă, arbitrară și necuantificabilă (n.a.).

Teoria informaţiei le-a oferit o cale de acces. Savanţii analizau procesarea informaţiei şi construiau maşini care să facă acest lucru. Maşinile aveau memorie. Ele simulau învăţarea şi urmărirea unor ţinte. Un behaviorist ce fugărea un şobolan printr-un labirint ar fi discutat asociaţia dintre stimul şi reacţie, însă ar fi refuzat să facă speculaţii de orice fel privind *mintea* şobolanului; acum, inginerii construiau modele mintale de şobolani din câteva relee electrice. Ei nu numai că deschideau cutia neagră; îşi făceau propria lor cutie. Semnale erau transmise, codificate, stocate şi recuperate. Modele interne ale lumii externe erau create şi reactualizate. Psihologii au luat notă. Din teoria informaţiei şi din cibernetică, au primit un set de metafore utile şi chiar un cadru conceptual fertil. Şobolanul lui Shannon putea fi privit nu numai ca un model foarte rudimentar al creierului, ci şi ca o teorie a comportamentului. Dintr-odată, psihologii erau liberi să vorbească despre planuri, algoritmi, reguli sintactice. Ei puteau să cerceteze nu doar cum reacţionează fiinţele vii faţă de lumea exterioară, ci şi cum acestea şi-o reprezintă înlăuntrul lor.

Formularea, de către Shannon, a teoriei informaţiei părea să-i invite pe cercetători într-o direcţie pe care el însuşi nu o dorise. El declarase: “Problema fundamentală a comunicării este reproducerea într-un punct, fie cu exactitate, fie cu aproximaţie, a unui mesaj selectat într-un alt punct”. Un psiholog cu greu ar fi ratat ocazia de a lua în considerare cazul în care sursa mesajului este lumea exterioară, iar receptorul este mintea.

Ochii şi urechile trebuiau înţelese drept canale pentru mesaje, aşa că de ce să nu fie testate şi măsurate precum camerele de luat vederi şi microfoanele? “Noi concepte ale naturii şi măsurarea informaţiei”, a scris Homer Jacobson, un chimist de la Hunter College din New York, “au făcut posibil să se specifice cantitativ capacitatea informaţională a urechii umane”, ceea ce el s-a apucat să facă. Apoi, a făcut acelaşi lucru pentru ochi, ajungând la o estimare de

patru sute de ori mai mare, în biţi pe secundă. Multe tipuri de experimente mai subtile erau deodată admise de regulile jocului, unele dintre ele fiind direct sugerate de activitatea lui Shannon legată de zgomot şi redundanţă. în 1951, un grup a testat probabilitatea ca ascultătorii să audă corect un cuvânt atunci când ştiau că este unul dintre puţine alternative, în opoziţie cu multe alternative. Părea evident, dar nu se făcuse niciodată. Experimentatorii au explorat efectul încercării de a urmări două conversaţii deodată. Ei au început prin a considera câtă informaţie conţinea un ansamblu de itemi - cifre, litere sau cuvinte - şi cât de mult se putea înţelege sau memora. In experimentele standard, cu vorbire, sirene, tastări şi bătăi de picior, limbajul stimul-reacţie a început să facă loc transmiterii şi receptării de informaţie.58

Pentru o scurtă perioadă, cercetătorii au discutat tranziţia în mod explicit; ulterior a devenit invizibilă. Donald Broadbent, un psiholog experimentalist britanic, ce explora probleme de atenţie şi memoria de scurtă durată, a scris despre un experiment din 1958: “Diferenţa dintre o descriere a rezultatelor în termeni de stimul şi reacţie şi o descriere în termenii teoriei informaţiei devine cât se poate de marcată.. Se poate elabora, fără îndoială, o descriere a rezultatelor în termeni de S-R..dar o astfel de descriere este grosolană în comparaţie cu o descriere din perspectiva teoriei informaţiei.”59 Broadbent a înfiinţat o secţie de psihologie aplicată la Universitatea Cambridge şi a urmat un potop de cercetări, acolo şi în alte părţi, în domeniul general privind modul în care oamenii tratează informaţia: efecte ale zgomotului asupra performanţei; atenţia selectivă şi filtrarea percepţiei; memoria pe termen scurt şi lung; modele de recunoaştere; rezolvarea de probleme. Dar cui aparţinea logica? Psihologiei sau informaticii? Cu siguranţă nu numai filosofiei.

O replică influentă a lui Broadbent în Statele Unite a fost George Miller, care a contribuit la înfiinţarea, în 1960, a

Centrului de Studii Cognitive de la Harvard. Era deja celebru datorită unei lucrări publicate în 1956, cu titlul uşor fantezist de “Numărul magic şapte, plus sau minus doi: Unele limite ale capacităţii noastre de procesare a informaţiei”.60 Şapte părea să fie numărul de itemi pe care majoritatea oamenilor îi puteau păstra în memoria activă la un moment dat: şapte cifre (numărul telefonic american tipic în acea perioadă), şapte cuvinte sau şapte obiecte prezentate de un psiholog experimentalist. Numărul apărea mereu, susţinea Miller, în alte tipuri de experimente. Subiecţii de laborator luau mai multe înghiţituri de apă cu sare, în concentraţii diferite, pentru a se vedea câte niveluri distincte de salinitate pot să deosebească. Li s-a cerut să detecteze diferente între sunete de tonalităţi si intensităţi diferite. Li s-au arătat modele aleatorii de puncte, care apăreau pentru o clipă pe un ecran, şi au fost întrebaţi câte au văzut (sub şapte, aproape întotdeauna ştiau; peste şapte, aproape întotdeauna aproximau). într-un fel sau altul, numărul şapte continua să reapară ca un prag. “Acest număr se deghizează într-o varietate de înfăţişări”, a scris el, “fiind uneori mai mare, alteori mai mic decât de obicei, dar niciodată schimbându-se atât de mult încât să fie de nerecunoscut”

In mod clar, aceasta era o simplificare grosieră de un anumit tip; după cum nota Miller, oamenii pot să identifice oricare din mii de chipuri sau de cuvinte şi pot să memoreze lungi şiruri de simboluri. Pentru a vedea ce fel de simplificare, el s-a orientat spre teoria informaţiei şi îndeosebi către înţelegerea de către Shannon a informaţiei ca selecţie dintre alternative posibile. “Observatorul se consideră a fi un canal de comunicaţie”, a declarat el - o formulare cert scandaloasă pentru behavioriştii care dominau profesia. Informaţia este transmisă şi stocată - informaţie despre tăria sunetului, salinitate sau număr. El a explicat noţiunea de biţi:

Un bit de informaţie este cantitatea de informaţie de care avem nevoie pentru a decide între două alternative de probabilitate egală. în cazul în care trebuie să decidem dacă un bărbat este mai scund sau mai înalt de doi metri şi dacă ştim că şansele sunt 50-50, atunci avem nevoie de un bit de informaţie.

Doi biţi de informaţie ne dau posibilitatea să decidem asupra uneia dintre patru alternative de probabilitate egală. Trei biţi de informaţie ne permit să decidem asupra uneia din opt alternative de probabilitate egală.şi aşa mai departe. Ceea ce înseamnă a spune că, dacă există 32 de alternative de probabilitate egală, trebuie să luăm cinci decizii binare succesive, în valoare de câte un bit fiecare, înainte de a şti care este alternativa corectă. Astfel încât regula generală este simplă: de fiecare dată când numărul de alternative se multiplică de două ori, se adaugă un bit de informaţie.

Numărul magic şapte se află realmente sub trei biţi. Experimente simple au măsurat discriminarea sau capacitatea canalului pe o singură dimensiune; măsurători mai complexe se ivesc din combinaţii de variabile pe dimensiuni multiple - de exemplu, dimensiune, luminozitate şi culoare. Şi oamenii efectuează acte de ceea ce teoreticienii informaţiei numesc “recodificare”, grupând informaţia în segmente din ce în ce mai largi - de exemplu, organizând punctele şi liniuţele telegrafice în litere, literele în cuvinte şi cuvintele în fraze. In acel moment, argumentul lui Miller devenise ceva de natura unui manifest. Recodificarea, declara el, “îmi pare a fi însuşi sângele dătător de viaţă al procesului de gândire”

Conceptele şi măsurile furnizate de teoria informaţiei oferă un mod cantitativ de abordare a acestor probleme. Teoria ne furnizează un etalon de calibrare a stimulilor şi de măsurare a performanţei subiecţilor noştri. Conceptele informaţionale s-au dovedit deja valoroaseîn studiul discriminării şi al limbajului; ele promit multeîn studiul

învăţării şi al memoriei; şi chiar s-a propus ideea că ele pot fi utile în studiul formării conceptelor. O mulţime de întrebări care păreau sterile acum douăzeci sau treizeci de ani pot să merite acum a fi cercetate din nou.

Acesta era începutul mişcării numite “revoluţia cognitivă în psihologie”, care a pus bazele disciplinei numite “ştiinţă cognitivă”, combinând psihologia, informatica şi filosofia. Privind retrospectiv, unii filosofi au numit acest moment “cotitura informatică”. “Aceia care care fac cotitura informatică văd informaţia ca pe componenta de bază în construcţia unei minţi”, scrie Frederick Adams. “Informaţia trebuie să contribuie la originea mentalului.”61 După cum îi plăcea chiar lui Miller să spună, mintea a sosit pe spinarea maşinii.62

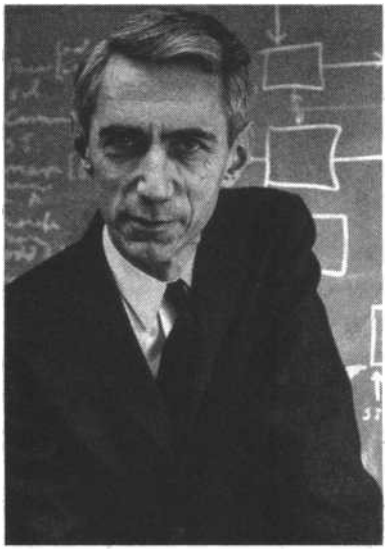
Shannon nu era nici pe departe o figură populară - nu a fost niciodată celebru în rândurile publicului -, dar şi-a câştigat o statură emblematică în propriile sale comunităţi academice şi, uneori, ţinea conferinţe populare despre “informaţie” la universităţi şi muzee. Explica ideile de bază: cita, ghiduş, din Matei 5:37, “Comunicarea ta să fie: Da, da; Nu, nu: pentru că orice altceva decât acestea vine de la cel rău” ca pe un şablon al noţiunilor de biţi şi codificare redundantă; şi emitea speculaţii despre viitorul computerelor şi al automatelor. “E bine, în concluzie”, a spus el la Universitatea din Pennsylvania, “cred că, într-un anumit sens, acest secol va cunoaşte un mare avânt şi o mare dezvoltare a întregii afaceri cu informaţii; afacerea culegerii de informaţii şi afacerea transmiterii ei dintr-un punct în altul şi, poate cea mai importantă dintre toate, afacerea procesării ei”.63

Cu psihologi, antropologi, lingvişti, economişti şi tot felul de specialişti în ştiinţe sociale la bordul căruţei de muzicanţi ai teoriei informaţiei, unii matematicieni şi ingineri nu erau în largul lor. Shannon însuşi a numit-o căruţă cu muzicanţi. In 1956, a scris o scurtă notă de avertisment - patru paragrafe: “Colegii noştri savanţi din multe domenii diferite,

atraşi de fanfară şi de noile bulevarde deschise analizei ştiinţifice, utilizează aceste idei în propriile lor probleme. Deşi acest val de popularitate este, cu siguranţă, plăcut şi incitant pentru aceia dintre noi care lucrează în domeniu, prezintă, în acelaşi timp, şi un element de pericol”.64 In nucleul său dur, teoria informaţiei era o ramură a matematicii, le-a reamintit el. El personal credea că noţiunile ei s-ar putea dovedi utile în alte domenii, dar nu peste tot şi nu cu uşurinţă: “Stabilirea unor astfel de aplicaţii nu este o chestiune trivială de traducere a unor cuvinte într-un nou domeniu, ci mai degrabă lentul şi obositorul proces de emitere a unor ipoteze şi verificarea lor experimentală”. In plus, el simţea că munca grea abia începuse în “propria noastră casă”. îndemnul său era: mai multă cercetare şi mai puţină expunere.

Cât despre cibernetică, termenul a început să se ofilească. Cibemeticienii de la Macy au ţinut ultima lor întrunire în 1953, la Nassau Inn din Princeton; Wiener se certase cu mai multi membri ai grupului, care abia mai vorbeau cu el. Având misiunea de a trage concluziile, McCulloch a vorbit pe un ton nostalgic. “Consensul nostru nu a fost niciodată unanim”, a spus el. “Chiar dacă ar fi fost, nu văd niciun motiv pentru care Dumnezeu ar fi trebuit să fie de acord cu noi.”65

De-a lungul anilor 1950, Shannon a rămas liderul intelectual al domeniului pe care îl întemeiase. Cercetările sale au produs lucrări dense, împachetate în teoreme, purtând sămânţa unor posibilităţi de dezvoltare şi punând bazele unor arii largi de investigaţie. Ceea ce Marshall McLuhan a denumit ulterior “medium” era, pentru Shannon, canalul, iar canalul se preta unei tratări matematice riguroase. Aplicaţiile erau imediate şi rezultatele fertile: canale de emisie în eter şi canale prin cablu, canale zgomotoase şi tăcute, canale gaussiene, canale cu constrângeri de input şi restrângeri de cost, canale



Claude Shannon (1963)

cu feedback şi canale cu memorie, canale cu utilizatori multipli şi canale cu multiacces. (Atunci când McLuhan anunţa că mediumul este mesajul, era poznaş. Mediumul este atât opus mesajului, cât şi întrepătruns cu el.)

Unul dintre rezultatele esenţiale ale lui Shannon, teorema codificării semnalului, a crescut în importanţă, arătând că operaţiile de corectare a erorilor pot să contracareze efectiv zgomotul şi coruperea semnalului. La început, aceasta era numai o chinuitoare preţiozitate teoretică; corectarea erorilor necesită calcule, care încă nu erau ieftine. Dar, în decursul anilor 1950, elaborarea metodelor de corecţie a erorilor a început să împlinească promisiunile lui Shannon, iar necesitatea lor a devenit vizibilă. O aplicaţie era explorarea spaţiului cu rachete şi sateliţi; acestea aveau nevoie să trimită mesaje la distanţe foarte mari cu o putere limitată. Teoria codificării a devenit o parte crucială a informaticii, corecţia erorilor avansând în paralel cu compresia datelor. Fără ea, modemurile, CD-urile şi televiziunea digitală nu ar fi existat. Pentru matematicienii

interesaţi de procesele aleatorii, teoremele codificării sunt, de asemenea, măsuri ale entropiei.

Intre timp, Shannon a făcut alte progrese teoretice, care au semănat seminţele viitorului computer design - grafica computerizată. O descoperire arăta cum să se maximizeze fluxul într-o reţea cu multe ramificaţii, în care reţeaua putea fi un canal de comunicaţie, o cale ferată, o reţea electrică sau conductele de apă. Alta a fost nimerit intitulată "Circuite sigure utilizând relee de ultima speţă" (deşi, pentru publicare, titlul a fost modificat în "...relee mai puţin sigure").66 El a studiat funcţiile de comutare, teoria ratei de distorsiune, însă zguduiturile seismice care au venit în zorii calculului automat s-au făcut simţite pe larg, iar Shannon a fost implicat, de asemenea, şi în acestea.

Nu mai târziu decât în 1948, el a finalizat prima lucrare tratând o problemă despre care el spunea că, "fireşte, în sine nu are nicio importanţă"67: cum să se programeze o maşină să joace şah. Alţii încercaseră înainte, începând cu secolele al XVIII-lea şi al XIX-lea, când diferite automate de şah cutreierau prin Europa, dovedindu-se adesea că înăuntru erau ascunşi nişte omuleţi. In 1910, matematicianul şi bricolerul spaniol Leonardo Torres y Quevedo a construit o maşină de şah reală, pe de-a-ntregul mecanică, numită El Ajedrecista, care putea să joace un final simplu cu trei piese, rege şi turn împotriva unui rege.

Shannon a arătat acum că acele computere care efectuează calcule numerice pot fi făcute să joace o întreagă partidă de şah. După cum a explicat el, aceste aparate, "ce conţin mii de tuburi cu vid, relee şi alte componente", păstrau numerele în "memorie" şi un proces inteligent de traducere putea face aceste numere să reprezinte pătratele şi piesele unei table de şah. Principiile stabilite de el au fost utilizate în orice program de şah de atunci încoace. In acele zile de început ale calculului automat, multi oameni au presupus de îndată că şahul va fi *rezolvat*: cunoscut pe deplin, în toate dezvoltările şi

combinaţiile sale. Au crezut că un computer electronic rapid ar juca şah perfect, după cum au crezut că va face şi prognoze meteo sigure pe termen lung. Shannon a făcut un calcul aproximativ, însă, şi a sugerat că numărul partidelor de şah posibile era de peste IO120 - un număr care umileşte vârsta universului în nanosecunde. Astfel încât computerele nu pot să joace şah prin forţă brută; ele trebuie să gândească, după cum socotea Shannon, urmând oarecum liniile de gândire umană.

I-a făcut o vizită campionului american Edward Lasker, în apartamentul acestuia de pe East Twenty-third Street din New York, şi Lasker i-a dat unele sugestii de îmbunătăţire.68 Când *Scientific American* a publicat, în 1950, o versiune simplificată a lucrării sale, Shannon nu a rezistat tentaţiei de a pune întrebarea la care se gândea toată lumea: “O maşină jucătoare de şah de acest tip «gândeşte»?”.

Dintr-un punct de vedere behaviorist, maşina acţionează ca şi cum ar gândi. întotdeauna s-a considerat că priceperea la jocul de şah necesită facultatea de a raţiona. Dacă privim gândirea ca pe o proprietate a actelor externe mai curând decât a unei metode interne, maşina cu siguranţă gândeşte.

Cu toate acestea, prin 1952, el estima că trei programatori ar avea nevoie de şase luni de muncă pentru a înzestra un computer de mari dimensiuni cu capacitatea de a juca măcar la un nivel acceptabil de amator. “Problema unui jucător de şah care învaţă este chiar şi mai îndepărtată în viitor decât un tip preprogramat Metodele care au fost sugerate sunt, în mod evident, extravagant de lente. Maşina s-ar uza înainte de a câştiga o singură partidă.”69 Ideea, totuşi, era să se caute în cât mai multe direcţii posibile a ceea ce putea face un computer destinat unei utilizări generale.

îşi exersa, totodată, şi latura sa jucăuşă. A proiectat şi chiar a construit o maşină care să efectueze operaţii

aritmetice cu cifre romane: de exemplu, IV ori XII fac XLVIII. A botezat-o THROBAC I, un acronim de la Thrifty Roman-numeral Backward-looking Computer - “Computer economic privind retrospectiv către numerele romane”. A creat o “maşină de citit gândurile”, destinată să joace jocul copilăresc de ghicit par şi impar. Toate aceste zboruri ale fanteziei aveau în comun o extensie a proceselor algoritmice în noi domenii - cartografierea abstractă a ideilor pe obiecte matematice. Mai târziu, a scris mii de cuvinte despre aspectele ştiinţifice ale jongleriei - cu teoreme şi corolare - şi a inserat din memorie un citat din E.E. Cummings: “Un fiu de căţea va inventa o maşină cu care să măsoare primăvara”.70

In anii 1950, Shannon a încercat, de asemenea, să proiecteze o maşină care să se repare singură. Dacă un releu se defecta, maşina urma să-l localizeze şi să-l înlocuiască.71 A emis speculaţii privind posibilitatea unei maşini care să se autoreproducă, adunând componente din mediu, pe care să le asambleze. Cei de la Bell Labs erau fericiţi ca el să călătorească şi să conferenţieze pe aceste subiecte, deseori făcând demonstraţii cu maşina lui de învăţat labirinturi, însă auditorii nu erau în totalitate încântaţi. S-a auzit cuvântul “Frankenstein”. “Mă întreb dacă voi vă daţi seama de ceea ce faceţi pe-aici”, a scris un editorialist din Wyoming.

Ce se întâmplă dacă deschideţi unul dintre aceste computere mecanice, dar uitaţi să-l închideţi înainte să ieşiţi la masă? Ei bine, vă spun eu. Se va întâmpla cu computerele din America acelaşi lucru care s-a petrecut în Australia cu iepurii. înainte să înmulţiți voi 701 945 240 cu 879 030 546, fiecare familie din ţară va avea câte un mic computer propriu.

Domnule Shannon, nu vreau să lovesc în experimentele dumneavoastră, dar, cinstit vorbind, eu nu sunt nici pe departe interesat nici măcar de un computer şi voi fi foarte trist dacă o grămadă de aşa ceva va da buzna peste mine

ca să înmulţească, să împartă sau ce vor fi ştiind ele mai bine.72

Doi ani după ce Shannon ridicase fanionul de avertisment în legătură cu căruţa de muzicanţi, un mai tânăr teoretician al informaţiei, Peter Elias, a publicat o notiţă ce reclama o lucrare intitulată “Teoria informaţiei, fotosinteză şi religie”73. Nu a existat, fireşte, nicio astfel de lucrare. Dar au fost lucrări despre teoria informaţiei, viaţă şi topologie; teoria informaţiei şi fizica distrugerii ţesuturilor; şi sisteme clericale; şi psihofarmacologie; şi interpretarea datelor geografice; şi structura cristalelor; şi melodii. Elias, al cărui tată lucrase ca inginer pentru Edison, era el însuşi un specialist serios - având contribuţii majore la teoria codificării. Nu avea încredere în activitatea mai lejeră, mai facilă şi generatoare de platitudini care se scurgea peste graniţele dintre discipline. Lucrarea tipică, a spus el, “discută surprinzător de clara legătură dintre vocabularul şi cadrul conceptual al teoriei informaţiei şi acela al psihologiei (sau geneticii, lingvisticii, psihiatriei sau organizaţiilor de business). Conceptele de structură, model, entropie, zgomot, transmiţător, receptor şi cod joacă (dacă sunt interpretate corect) un rol central în ambele”. El a declarat că aceasta înseamnă furt. “După ce a aşezat disciplina psihologiei pentru prima oară pe o bază ştiinţifică solidă, autorul lasă cu modestie pe seama psihologilor să completeze restul.” El le-a sugerat colegilor lui să renunţe la furtişaguri, în favoarea unei vieţi de muncă trudnică.

Aceste avertismente din partea lui Shannon şi Elias au apărut într-una din tot mai numeroasele noi reviste integral dedicate teoriei informaţiei.

In aceste cercuri, un notoriu cuvânt la modă era *entropia*. Un alt cercetător, Colin Cherry, s-a plâns: “Am auzit de «entropii» ale limbilor, ale sistemelor sociale şi economice şi de utilizarea termenului în tot felul de studii famelice din lipsă de metodă. E genul de generalitate superficială de care oamenii se agaţă ca de un pai”.74 El nu a spus, pentru

că nu era încă vizibil, că teoria informaţiei începea să modifice cursul fizicii teoretice şi al ştiinţelor vieţii şi că entropia era unul dintre motive.

In ştiinţele sociale, influenţa directă a teoreticienilor informaţiei trecuse de culme. Matematica specializată avea din ce în ce mai puţin cu ce să contribuie în psihologie şi din ce în ce mai mult în informatică. Dar contribuţiile sale fuseseră reale. Ea catalizase ştiinţele sociale şi le pregătise pentru noua eră pe cale de-a începe. Munca începuse; cotitura informatică nu mai putea fi dată înapoi.

ENTROPIA SI DEMONII SĂI /

(NU POŢI SĂ RĂSCOLEŞTI LUCRURILE, FĂCÂNDU-LE SĂ SE DESPARTĂ)

Gândirea interferează cu probabilitatea evenimentelor şi, prin urmare, pe termen lung cu entropia.1

- David L. Watson (1930)

Ar fi o exagerare dacă am spune că nimeni nu ştia ce înseamnă *entropia*. Şi totuşi, era unul dintre cuvintele acelea. La Bell Labs, se zvonea că Shannon îl luase de la John von Neumann, care i-a sugerat că, folosi nd u -1, va câştiga orice dispută, deoarece nimeni nu-i pricepea tâlcul.2 Neadevărat, însă plauzibil. Cuvântul a început prin a însemna opusul său. Rămâne încă sfâşietor de greu de definit. în mod necara eteri Stic, *Oxford English Dictionary punctează*:

1. Numele dat unuia dintre elementele cantitative care determină condiţia termodinamică a unei porţiuni de materie.

Rudolf Clausius a născocit cuvântul în 1865, în decursul creării ştiinţei termodinamicii. Avea nevoie să numească o anumită cantitate pe care o descoperise - o cantitate legată de energie, dar care nu era energie.

Termodinamica s-a născut mână în mână cu maşinile cu abur; la început, nu era nimic altceva decât “studiul teoretic al motorului cu abur”.3 Avea legătură cu conversia căldurii sau a energiei în lucru mecanic. Pe măsură ce avea loc

acest fenomen - căldura acţionează un motor -, Clausius a observat că, de fapt, căldura nu se pierde; ea doar trece de la un corp mai cald la unul mai rece. în drum, ea realizează ceva. E ca o roată hidraulică, după cum arăta mereu Sădi Camot din Franţa: apa începe din partea de sus a roţii şi ajunge la fund şi niciun strop de apă nu se câştigă şi nu se pierde, dar apa efectuează un lucru mecanic curgând de sus în jos. Camot şi-a imaginat căldura exact ca pe o substanţă de acest tip. Capacitatea unui sistem termodinamic de a produce lucru mecanic depinde nu de căldura ca atare, ci de contrastul dintre cald şi rece. O piatră fierbinte scufundată în apă rece poate să genereze lucru mecanic - de exemplu, scoţând aburi care mişcă o turbină -, dar căldura totală din sistem (piatra plus apă) rămâne constantă, în cele din urmă, piatra şi apa ajung la aceeaşi temperatură. Nu contează câtă energie conţine un sistem închis, când totul ajunge la aceeaşi temperatură, nu se mai poate efectua niciun lucru mecanic.

Indisponibilitatea acestei energii - inutilitatea ei pentru lucru mecanic - era ceea ce voia Clausius să măsoare. A venit cu termenul *entropie*, format din greceşte ca să însemne “conţinut de transformare”. Corespondenţii lui englezi au priceput ideea imediat, însă au decis că, axându-se pe latura negativă, Clausius procedase de-a-ndoaselea. James Clerk Maxwell sugera în a sa *Teorie a căldurii* că ar fi “mai convenabil” să facem ca entropia să însemne opusul: “partea care *poate* fi convertită în lucru mecanic”. Astfel:

Atunci când presiunea şi temperatura sistemului devin uniforme, entropia este epuizată.

în câţiva ani, totuşi, Maxwell a făcut cale întoarsă şi s-a hotărât să-l urmeze pe Clausius. El şi-a rescris cartea şi a adăugat o jenată notă de subsol:

în ediţiile anterioare ale acestei cărţi, semnificaţia termenului entropie, aşa cum a fost introdus de către Clausius, a fost, în mod eronat, enunţată ca fiind acea parte

de energie care nu poate fi convertită în lucru mecanic. Drept urmare, cartea a continuat să utilizeze termenul ca echivalent cu energia disponibilă, producând astfel multă confuzie în limbajul termodinamicii. în această ediţie, m-am străduit să folosesc cuvântul entropie în concordanţă cu definiţia originală a lui Clausius.4

Problema nu era doar alegerea între pozitiv şi negativ. Era ceva mai subtil. Iniţial, Maxwell a considerat entropia ca pe un subtip de energie: energia disponibilă pentru lucru mecanic. După o examinare ulterioară, el a recunoscut că termodinamica avea nevoie de o măsură total diferită. Entropia nu era un gen de energie sau o cantitate de energie; era, după cum spusese Claudius, *indisponibilitatea* energiei. Oricât de abstractă era, s-a dovedit a fi o cantitate la fel de măsurabilă ca şi temperatura, volumul sau presiunea.

A devenit un concept totemic. Odată cu entropia, "legile" termodinamicii puteau fi exprimate cu acurateţe:

Prima lege: Energia din univers este constantă.

A doua lege: Entropia din univers este în creştere constantă.

Există multe alte formulări ale acestor legi, de la unele matematice la altele umoristice, de exemplu: "1. Nu poţi să câştigi; 2. Nu poţi nici măcar să egalezi".5 Dar acesta este destinul cosmic, o fatalitate. Universul curge la vale. Este un drum degenerativ într-o singură direcţie. Starea finală de maximă entropie este destinul nostru.

William Thomson, Lord Kelvin, a întipărit a doua lege în imaginaţia populară, dezvăluind perspectiva ei mohorâtă: "Deşi energia mecanică este *indestructibilă*", declara el în 1862, "există o tendinţă universală de disipare a ei, care produce o creştere graduală şi difuziunea căldurii, încetarea mişcării şi epuizarea potenţialului de energie în universul material. Rezultatul acestei tendinţe ar fi o stare universală de repaus şi de moarte".6 Astfel, entropia a dictat soarta universului din romanul lui H.G. Wells, *Maşina timpului*:

stingerea vieţii, soarele muribund, “abominabila dezolare care bântuia deasupra lumii”. Moartea termică nu este rece; este călduţă şi temă. Freud a crezut că vede ceva util aici în 1918, deşi a bălmăjit-o: “Considerând conversia energiei psihice nu mai puţin decât a celei fizice, trebuie să facem uz de conceptul unei entropii, care se opune anulării a ceea ce deja a avut loc”.7

Lui Thomson i-a plăcut cuvântul *disipare*. Energia nu se pierde, ci se disipează. Energia disipată este prezentă, dar inutilă. Maxwell a fost cel care, totuşi, a început să se concentreze asupra confuziei însăşi - dezordinea - drept calitate esenţială a entropiei. Dezordinea părea în mod straniu nonfizică. Ea implica oarecum că o parte din ecuaţie trebuie să fie ceva de ordinul cunoaşterii, inteligenţei sau judecăţii. “Ideea disipării energiei depinde de întinderea cunoaşterii noastre”, a spus Maxwell. “Energia disponibilă este energie pe care o putem direcţiona pe orice canal dorim. Energia disipată este energie pe care nu o putem reţine şi direcţiona cum ne place, aşa cum este agitaţia confuză a moleculelor pe care o numim căldură.” Ceea ce *noi* putem să facem ori să ştim devine parte a definiţiei. Părea imposibil să discuţi despre ordine şi dezordine fără să fie implicat un agent sau un observator - fără să te referi la minte:

Confuzia, ca şi termenul corelativ ordine, nu este o proprietate a lucrurilor materialeîn eleînsele, ci numai în relaţie cu mintea care le percepe. Un caiet de notiţe, dacă este scris îngrijit, nu pare confuz unui analfabet sau proprietarului care o înţelege în amănunt, dar oricărei persoane care ştie să citească i se pare inextricabil confuză, în mod asemănător, ideea de energie disipată nu-i poate veni unei fiinţe incapabile să transforme niciuna dintre energiile naturii în folosul propriu sau uneia care poate să urmărească mişcarea fiecărei molecule şi să o apuce la momentul potrivit.8

Ordinea este subiectivă - în ochiul spectatorului. Ordinea şi confuzia nu sunt genul de lucruri pe care un matematician ar încerca să le definească sau să le măsoare. Ori sunt? Dacă dezordinea corespunde entropiei, poate că era pregătită pentru o tratare ştiinţifică până la urmă.

Ca un caz ideal, pionierii termodinamicii au luat un recipient ce conţine un gaz. Fiind alcătuit din atomi, nu e nici pe departe simplu sau liniştit. Este un vast ansamblu de particule care se agită. Atomii erau nevăzuţi şi ipotetici, însă aceşti teoreticieni - Clausius, Kelvin, Maxwell, Ludwig Boltzmann, Willard Gibbs - au acceptat natura atomică a unui lichid şi au încercat să prezinte consecinţele: amestec, violenţă, mişcare continuă. Această mişcare constituie căldura, au înţeles ei. Căldura nu este o substanţă, un fluid, un "flogiston" - e doar mişcare a moleculelor.

La nivel individual, moleculele trebuie să se supună legilor lui Newton - fiecare acţiune, fiecare ciocnire, măsurabilă şi calculabilă, în teorie. Dar erau prea multe pentru a fi măsurate şi calculate individual. Probabilitatea intra pe scenă. Noua ştiinţă a mecanicii statistice a construit o punte între detaliile microscopice şi comportamentul macroscopic. Presupuneţi că recipientul cu gaz este împărţit de o diafragmă. Gazul din partea A este mai cald decât gazul din partea B - adică moleculele A se mişcă mai rapid, cu mai mare energie. De îndată ce peretele despărţitor este îndepărtat, moleculele încep să se amestece; cele rapide se ciocnesc de cele mai lente; se face un schimb de energie; şi, după un timp, gazul atinge o temperatură uniformă. Misterul este acesta: de ce procesul nu poate fi inversat? In ecuaţiile de mişcare ale lui Newton, timpul poate avea semnul plus sau minus; matematica funcţionează în ambele sensuri. în lumea reală, trecutul şi prezentul nu pot fi interschimbate atât de uşor.

"Timpul curge înainte, nu se-ntoarce niciodată", spunea Léon Brillouin în 1949. "Atunci când fizicianul se confruntă

cu acest fapt, este foarte deranjat.”9 Maxwell a fost şi el deranjat, dar cu măsură. El i-a scris lordului Raleigh:

Dacă această lume este un sistem pur dinamic şi dacă se inversează cu acurateţe mişcarea fiecărei particule din el în acelaşi moment, atunci toate lucrurile se vor petrece invers către începutul lucrurilor, picăturile de ploaie se vor aduna de pe faţa pământului şi vor zbura sus în nori etc. etc., iar oamenii îşi vor vedea prietenii trecând din mormânt în leagăn până când noi înşine devenim inversul naşterii, indiferent ce va fi fiind aceasta.

Ideea lui era că, în detaliile microscopice, dacă urmărim mişcările moleculelor individuale, comportamentul lor este acelaşi înainte şi înapoi în timp. Putem rula filmul înapoi. Totul merge strună, dar urmăriţi recipientul cu gaz în ansamblu şi, din punct de vedere statistic, procesul de amestec devine o cale fără întoarcere. Putem să urmărim fluidul o eternitate şi el nu se va împărţi niciodată în molecule calde într-o parte şi reci în partea cealaltă. Isteţul tânăr Thomasine spune în *Arcadia* lui Tom Stoppard: “Nu poţi să răscoleşti lucrurile, făcându-le să se despartă”, ceea ce este cu precizie totuna cu “timpul curge înainte, nu se întoarce niciodată”. Astfel de procese decurg într-o singură direcţie. Motivul este probabilitatea. Ceea ce este remarcabil - fizicienilor le-a luat mult timp până să accepte - e faptul că fiecare proces ireversibil trebuie explicat în acelaşi mod. Timpul însuşi depinde de hazard sau de “accidentele vieţii”, după cum îi plăcea să spună lui Richard Feynman: “Ei bine, vedeţi că tot ce e aici de spus este că ireversibilitatea este cauzată de accidentele generale ale vieţii”.10 Din punct de vedere fizic, nu este imposibil ca gazul din recipient să fie neamestecat; este numai extrem de improbabil. Astfel încât a doua lege este doar probabilistică. Statistic, totul tinde spre entropia maximă.

Şi totuşi probabilitatea este suficientă: suficientă pentru ca a doua lege să fie un pilon al ştiinţei. După cum s-a exprimat Maxwell:

Morala. A doua lege a termodinamicii are acelaşi grad de adevăr ca şi afirmaţia că, dacă aruncaţi un pahar de apă în mare, nu mai puteţi să umpleţi la loc paharul cu aceeaşi apă pe care aţi aruncat-o.11

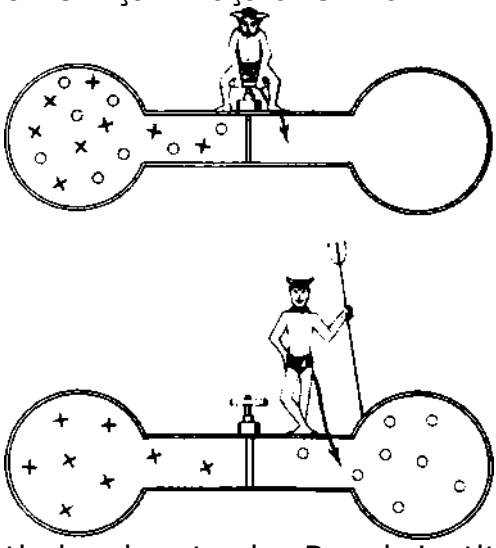
Improbabilitatea căldurii de a trece dintr-un corp mai rece într-unul mai cald (fără sprijin din afară) este egală cu improbabilitatea ca ordinea să se formeze singură din dezordine (fără un sprijin din afară). Ambele se datorează, în mod fundamental, numai statisticii. Socotind toate modalităţile posibile în care poate fi ordonat un sistem, combinaţiile dezordonate sunt, de departe, mult mai numeroase decât cele ordonate. Există multe aranjamente sau "stări", în care moleculele sunt toate învălmăşite şi puţine în care ele sunt frumos aranjate. Stările ordonate au o probabilitate şi o entropie scăzute. In cazul unor grade impresionante de ordonare, probabilităţile pot fi *foarte* scăzute. Alan Turing a propus odată, ghiduş, un număr *N*, definit drept "şansele ca o bucată de cretă să ţopăie prin cameră şi să scrie pe tablă un vers din Shakespeare".12

In cele din urmă, fizicienii au început să vorbească despre microstări şi macrostări. O macrostare poate fi: tot gazul din jumătatea de sus a recipientului. Microstările ar fi toate aranjamentele posibile ale tuturor particulelor - poziţii şi viteze. Astfel, entropia a devenit un echivalent fizic al probabilităţii: entropia unei macrostări date este logaritmul numărului microstărilor sale posibile. A doua lege este, aşadar, tendinţa universului de a curge dinspre macrostări mai puţin probabile (ordonate) spre macrostări mai probabile (dezordonate).

Era totuşi derutant ca atât de mult din fizică să atârne de simpla probabilitate. Se poate spune corect că nimic din fizică nu opreşte un gaz să se împartă în cald şi rece - că e numai o chestiune de hazard şi de statistică? Maxwell a ilustrat această enigmă printr-un experiment mintal. Să ne imaginăm, a sugerat el, "o fiinţă finită" care stă de pază lângă o uşiţă din diafragma ce divide recipientul cu gaz.

Această creatură poate vedea moleculele care se apropie, poate spune dacă sunt rapide sau lente şi poate alege dacă să le lase să treacă sau nu. Astfel, ar putea să influenţeze hazardul. Separând caldul de rece, ar putea face partea A mai caldă şi partea B mai rece - “şi totuşi, nu s-a efectuat niciun lucru mecanic, ci s-a utilizat numai inteligenţa unei fiinţe foarte atente şi cu degete iuţi”. Fiinţa desfide probabilităţile obişnuite. Şansele sunt ca lucrurile să se amestece. Pentru a le separa, se cere informaţie.

Lui Thomson i-a plăcut ideea. El a botezat creatura ideală demon: “demonul inteligent al lui Maxwell”, “demonul selectiv al lui Maxwell” şi, curând, simplu “demonul lui Maxwell”. Thomson a vorbit elocvent despre micuţul individ: “El diferă de animalele vii reale numai [*numai*!] prin extrema sa micime şi agilitate”.14 în timp ce susţinea o conferinţă în faţa unei mul-



ţimi adunate la Royal Institution of Great Britain, cu ajutorul unor tuburi pline cu lichide de culori diferite, Thomson a demonstrat procentul aparent ireversibil de difuziune şi a declarat că numai demonul ar putea să-l contracareze.

El poate face ca jumătate din aerul dintr-un vas etanş sau ca o jumătate a unei bare de fier să devină incandescente, iar cealaltă jumătate rece ca gheaţa; poate să dirijeze energia moleculelor în mişcare dintr-un bazin cu apă ca să arunce apa la o anumită înălţime şi să o menţină acolo răcită proporţional: poate "să sorteze" moleculele dintr-o soluţie de sare sau dintr-un amestec de două gaze, astfel încât să inverseze procesul natural de dispersie şi să producă o concentraţie mare a soluţiei într-o parte din apă, lăsând în spaţiul rămas apă curată; sau, în celălalt caz, să separe gazele în diferite părţi ale vasului care le conţine.

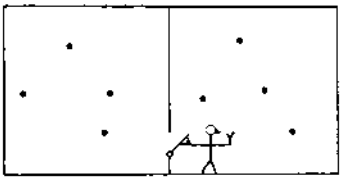
Reporterul de la *The Popular Science Monthly* a socotit că este ridicol. "Se presupune că întreaga natură este plină de infinite viermuieli ale unor absurzi drăcuşori microscopici", a pufnit el. "Atunci când bărbaţi precum Maxwell, de la Cambridge, şi Thomson, din Glasgow, aprobă o astfel de grosolană fantezie ipotetică cum este aceea a drăcuşorilor ce dau cu pumnii şi picioarele în atomi, încolo şi-ncoace..., ne putem, pe bună dreptate, întreba: Ce mai urmează?"15 N-a-nţeles ideea. Maxwell nu se gândise că demonul lui există altcumva decât ca un instrument de predare a unor noţiuni.

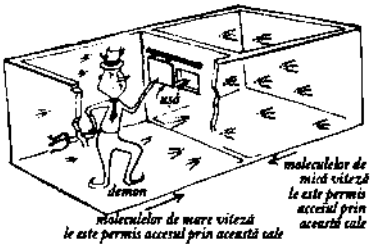
Demonul vede ceea ce noi nu putem - pentru că suntem atât de masivi şi atât de lenţi -, şi anume faptul că a doua lege este statistică, nu mecanică. La nivelul moleculelor, este violată tot timpul, ici şi colo, numai de hazard. Demonul înlocuieşte hazardul cu scopul. El utilizează informaţie pentru a reduce entropia. Maxwell nu şi-a imaginat vreodată cât de popular avea să devină demonul său, nici ce viaţă lungă urma să aibă. Henry Adams, care voia să dezvolte o versiune de entropie în a sa teorie a istoriei, i-a scris fratelui său, Brooks, în 1903: "Demonul lui Clerk Maxwell care guvernează a doua lege a termodinamicii ar trebui să fie făcut preşedinte".16 Demonul stăpânea o poartă de trecere - la început, una imaginară - din lumea fizicii către lumea informaţiei.

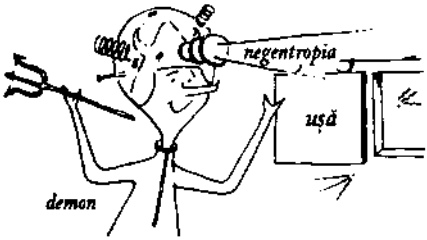
Savanţii invidiau puterile demonului. A devenit un personaj des întâlnit în ilustraţiile ce animau publicaţiile de fizică. Cu siguranţă, creatura era o fantezie, însă şi atomul însuşi păruse ceva fantastic, iar demonul contribuise la domesticirea lui. Oricât de implacabile păreau a fi legile naturii, demonul le sfida. Era un hoţ, furând moleculele una câte una. Avea “simţuri infinit de subtile”, a scris Henri Poincaré, şi “putea să întoarcă spre origini cursul universului”17. Nu era ceea ce oamenii visau să poată face?

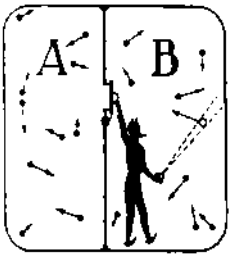
Prin microscoapele lor din ce în ce mai bune, savanţii de la începutul secolului XX examinau procesele active şi selective ale membranelor biologice. Cine sau ce era la comandă? Viaţa însăşi părea o forţă organizatoare. “Acum nu trebuie să introducem demonologia în ştiinţă”, a scris biologul britanic James Johnstone în 1914. în fizică, a spus el, moleculele individuale trebuie să rămână în afara controlului nostru. “Aceste mişcări şi traiectorii sunt ne-coordonate - «talmeş-balmeș» -, dacă ne place să le numim astfel. Fizica are în vedere numai vitezele statistice *medii*.” Din acest motiv, fenomenele fizice sunt ireversibile, “astfel încât, pentru ştiinţa de ultimă oră, demonul lui Maxwell nu există”. Dar ce se poate spune despre viaţă? Despre fiziologie? Procesele vieţii terestre *sunt* reversibile, a susţinut el. “Prin urmare, trebuie să căutăm probe că organismul *poate* să controleze mişcările, altminteri ne-coordonate, ale moleculelor individuale.”

Entropia şi demonii săi Informaţia 315




ușă
demon
moleculelor de mare viteză le este permis accesul prin această cale
moleculelor de mică viteză le este permis accesul prin această cale





Nu e straniu că, în vreme ce vedem că majoritatea eforturilor noastre omeneşti urmăresc să direcţionezeagenți şi energii naturale pe traiectorii pe care, altminteri, ele nu le-ar fi urmat, nu am reuşit totuşi să gândim organismele primitive sau chiar ţesuturi din corpurile organismelor superioare ca posedând, de asemenea, puterea de a direcţiona procese fizico-chimice?18

Când viaţa rămânea atât de misterioasă, poate că demonul lui Maxwell nu era doar un personaj de benzi desenate.

Apoi, demonul a început să-l bântuie pe Leo Szilărd, un foarte tânăr fizician ungur, cu o imaginaţie fertilă, care, ulterior, avea să conceapă microscopul electronic şi, nu întâmplător, reacţia nucleară în lanţ. Unul dintre cei mai celebri profesori ai săi, Albert Einstein, l-a sfătuit cu grijă părintească să-şi ia o slujbă plătită la biroul de patente, dar Szilârd nu l-a ascultat. El se gândea, în anii 1920, cum ar trebui termodinamica să trateze neîncetatele fluctuaţii moleculare. Prin definiţie, fluctuaţiile mergeau în sens contrar mediilor statistice, ca peştii înotând momentan înspre amonte, şi oamenii se întrebau în mod firesc: ce-ar fi dacă ar putea fi puse în valoare? Această idee irezistibilă a

condus la o versiune de maşină cu mişcare perpetuă, *perpetuum mobile*, Sfântul Graal al maniacilor şi al speculanţilor. Era un alt mod de a spune: “Toată acea căldură - de ce nu o putem folosi?”.

Era, de asemenea, încă unul dintre paradoxurile zămislite de către demonul lui Maxwell. într-un sistem închis, un demon care ar fi putut să prindă cele mai rapide molecule, lăsându-le să treacă pe cele mai lente, ar avea o sursă de energie utilă, continuu reîmprospătată. Or, dacă nu himericul drăcuşor, ce-ar fi o altă “fiinţă inteligentă”? Un fizician experimentalist, poate? O maşină cu mişcare perpetuă ar fi posibilă, a declarat Szilârd, “dacă privim omul care experimentează ca pe un fel de deus ex machina, unul care este continuu informât despre starea existentă a naturii”.19 Pentru versiunea sa a experimentului mintal, Szilărd a precizat clar că el nu dorea să invoce un demon viu, având, să spunem, un creier - biologia crea propriile ei probleme. “însăşi existenţa unui sistem nervos”, nota el, “depinde de continua disipare a energiei”. (Prietenul său, Carl Eckart, a reformulat sugestiv astfel: “Gândirea generează entropie”.20) El a propus, în schimb, un “dispozitiv neviu”, intervenind într-un model de sistem termodinamic, prin împingerea unui piston într-un cilindru plin cu un fluid. El a scos în evidenţă că acest aparat ar avea nevoie, de fapt, de “un soi de facultate de memorare”. (Alan Turing era, la acea vreme, în 1929, adolescent. In termenii lui Turing, Szilărd trata mintea demonului ca pe un computer cu o memorie în două stări.)

Szilărd a arătat că până şi această maşină cu mişcare perpetuă va trebui să dea greş. Care era piedica? Simplu spus: informaţia nu este liberă. Maxwell, Thomson şi ceilalţi au discutat implicit ca şi cum cunoaşterea era la îndemână - cunoaşterea vitezelor şi a traiectoriilor moleculelor ce se perindau prin faţa ochilor demonului. Ei nu au avut în vedere costul acestei informaţii. Nici nu puteau; pentru ei, în vremuri mai simple, era ca şi cum informaţia aparţinea

unui univers paralel, unui plan astral, nu legată de universul din materie şi energie, particule şi forţe, al căror comportament ei învăţau să-l calculeze.

Dar informaţia este fizică. Demonul lui Maxwell face legătura. Demonul efectuează o conversie între informaţie şi energie, cu fiecare particulă pe rând. Szilărd - care încă nu a folosit cuvântul *informaţie* - a descoperit că, dacă socotea exact fiecare măsurătoare şi memorare, atunci conversiunea se putea calcula exact. Aşa că a calculat-o. El a socotit că fiecare unitate de informaţie aduce o creştere corespunzătoare a entropiei - concreţ, cu *k* log 2 unităţi. De fiecare dată când demonul face o alegere între o particulă sau alta, îl costă un bit de informaţie. Plata vine la sfârşitul ciclului, când trebuie să-şi şteargă memoria. (Szilărd nu a specificat acest ultim detaliu în cuvinte, ci în matematică.) Explicaţia adecvată a acestui aspect este singurul mod de a elimina paradoxul mişcării perpetue, de a aduce universul înapoi în armonie, de "a restaura concordanţa cu A Doua Lege".

Szilărd a închis, astfel, o buclă ce conducea la concepţia lui Shannon despre entropie ca informaţie. în această privinţă, Shannon nu citea în limba germană şi nu urmărea *Zeitschrift für Physik*. "Cred că, de fapt, Szilărd se gândea la asta", a spus el mult mai târziu, "şi el a vorbit cu von Neumann despre acest subiect şi este posibil ca von Neumann să fi discutat mai departe cu Wiener. Dar de fapt niciunul din ei nu mi-a spus mie nimic în legătură cu asta".21 Şi, totuşi, Shannon a réinventât matematica entropiei.

Pentru fizician, entropia este măsura incertitudinii despre starea unui sistem fizic: una dintre toate stările posibile în care acesta se poate afla. Aceste microstări pot să nu fie la fel de probabile, astfel încât fizicianul scrie S s - £ p. log p..

Pentru teoreticianul informaţiei, entropia este o măsură a incertitudinii în ceea ce priveşte un mesaj: un mesaj dintre toate mesajele posibile pe care le poate produce o sursă de

comunicare. Mesajele posibile pot să nu fie la fel de probabile, astfel că Shannon a scris $H = - £ p. log p.$.

Nu este doar o coincidenţă de formalism: natura furnizând răspunsuri similare unor probleme similare. Totul este o singură problemă. Pentru a se reduce entropia într-un recipient cu gaz, în vederea efectuării unui lucru mecanic util, se plăteşte un preţ în informaţie. Tot astfel, un anumit mesaj reduce entropia într-un ansamblu de mesaje posibile - în termeni de sisteme dinamice, un spaţiu de fază.

Aşa a privit Shannon lucrurile. Versiunea lui Wiener era uşor diferită. Se potrivea - pentru un cuvânt care a început prin a însemna opusul său - ca aceşti colegi şi rivali să plaseze semne opuse în faţa formulărilor pe care le-au dat entropiei. Pe când Shannon a identificat informaţia cu entropia, Wiener a spus că ea era entropie *negativă*. Wiener spunea că informaţia însemna ordine, însă ceva ordonat nu încorporează cu necesitate multă informaţie. Shannon însuşi a arătat diferenţa dintre ei şi a minimalizat-o, numind-o un soi de “calambur matematic”. Ei au obţinut aceleaşi răspunsuri numerice, nota el:

Eu am în vedere câtă informaţie este *produsă* atunci când se face o alegere dintr-o mulţime - cu cât mai mare mulţimea, cu atât *mai multă* informaţie. Dumneavoastră aveţi în vedere o mai mare incertitudine în cazul unei mulţimi mai mari ca însemnând mai puţină cunoaştere a situaţiei şi, ca atare, *mai puţină* informaţie.22

Altfel spus, *H* este o măsură a surprizei. încă o dată altfel spus, *H* este numărul mediu de întrebări da-nu necesare pentru a ghici mesajul necunoscut. Shannon a nimerit-o bine - cel puţin, abordarea lui s-a dovedit fertilă pentru matematicieni şi fizicieni o generaţie mai târziu - dar confuzia a persistat câţiva ani. Ordinea şi dezordinea încă aveau nevoie de ceva triere.

Noi toţi ne comportăm ca demonul lui Maxwell. Organismele organizează. In experienţa cotidiană se află motivul pentru care fizicieni sobri au ţinut în viaţă timp de

două secole această fantezie de benzi desenate. Noi sortăm corespondenţa, construim castele de nisip, rezolvăm mozaicuri, separăm grâul de pleavă, rearanjăm piesele de şah, colecţionăm timbre, aranjăm cărţile în ordine alfabetică, creăm simetrii, compunem sonete şi sonate şi facem ordine în cameră, iar pentru a realiza toate acestea, nu e nevoie de multă energie, în măsura în care ne putem folosi de inteligenţă. Noi propagăm structuri (nu doar noi, oamenii, ci noi, cei care suntem vii.) Noi tulburăm tendinţa spre echilibru. Ar fi absurd să încercăm o explicaţie termodinamică a unor astfel de procese, dar nu este absurd să spunem că noi reducem entropia, bucată cu bucată. Bit cu bit. Demonul originar, deosebind o moleculă la un moment dat, făcând distincţie între rapid şi lent şi manevrând portiţa lui, este uneori descris ca “suprainteligent”, dar, în comparaţie cu un organism real, este un savant idiot. Lucrurile însufleţite nu doar micşorează dezordinea din mediile lor; sunt în ele însele, în scheletul şi în carnea lor, în vezicule şi membrane, cochilii şi carapace, frunze şi flori, sisteme de circulaţie şi cicluri metabolice - miracole de model şi structură. Pare-se, uneori, că diminuarea entropiei este scopul nostru donquijotesc în acest univers.

In 1943, fumând ţigară de la ţigară, cu lavalieră strânsă la gât, Erwin Schrödinger, pionier al fizicii cuantice, solicitat să ţină o serie de prelegeri la Trinity College din Dublin, a decis că venise vremea să răspundă la una dintre cele mai mari întrebări nerezolvabile: ce este viaţa? Ecuaţia ce-i purta numele era formularea esenţială a mecanicii cuantice. Privind dincolo de domeniul său, aşa cum laureaţii de vârstă mijlocie ai premiului Nobel o fac adesea, Schrödinger a renunţat la rigoare în favoarea speculaţiei şi a început prin a-şi cere scuze pentru că “unii dintre noi ar trebui să se aventureze în elaborarea unei sinteze a faptelor şi teoriilor, chiar dacă având o cunoaştere la a doua mână şi incompletă a unora dintre ele - şi cu riscul de a se face de râs”.23 Cu toate acestea, cărticica pe care a scos-o din

aceste prelegeri a devenit influentă. Fără să descopere sau măcar să formuleze ceva nou, el a pus bazele unei ştiinţe pe cale de a se naşte, deşi încă nenumită, care combina genetica şi biochimia. “Cartea lui Schrödinger a devenit un fel de *Coliba Unchiului Tom* în biologie, care, odată suflat praful de pe ea, a lăsat drept moştenire biologia moleculară”, a scris mai târziu unul dintre fondatorii disciplinei. Biologii nu mai citiseră aşa ceva până atunci, iar fizicienii au luat-o ca pe un semnal că noile mari probleme ar putea să apară în biologie.24

Schrödinger a început cu ceea ce el a numit enigma stabilităţii biologice. în remarcabil contrast faţă de un recipient cu gaz, cu toanele sale de probabilitate şi fluctuaţie, şi cu aparent dispreţ față de propria mecanică ondulatorie a lui Schrödinger, unde incertitudinea este regula, structurile fiinţelor vii prezintă o remarcabilă permanenţă. Ele persistă, atât în viaţa organismului, cât şi de-a lungul generaţiilor, prin ereditate. Acest fapt l-a izbit pe Schrödinger ca necesitând o explicaţie.

“Când se spune despre o bucată de materie că este vie?”, a întrebat el. A sărit peste sugestiile obişnuite - creştere, nutriţie, reproducere - şi a răspuns pe cât de simplu cu putinţă: “Când continuă «să facă ceva», mişcându-se, schimbând material cu mediul şi aşa mai departe, pe o durată de timp mult mai îndelungată decât ne-am aştepta ca o bucată neînsufleţită de materie să «continue a face» în circumstanţe similare”.25 In mod obişnuit, o bucată de materie ajunge la repaus; un recipient cu gaz atinge o temperatură uniformă; un sistem chimic “se stinge într-un bulgăre de materie moartă, inertă” - într-un fel sau altul, a doua lege este ascultată şi se atinge maximum de entropie. Lucrurile vii reuşesc să rămână instabile. Norbert Wiener a urmărit acest gând în *Cybernetics*: enzimele, a scris el, pot fi nişte “metastabili” demoni ai lui Maxwell - adică nu tocmai stabile sau într-o stabilitate precară. “Starea stabilă a unei enzime este aceea de a fi decondiţionată”, nota el,

“şi starea stabilă a unui organism viu este aceea de a fi mort”.26

Schrôdinger simţea că tocmai faptul de a se sustrage o vreme celei de-a doua legi, sau aparenţa acestei sustrageri, este motivul pentru care o creatură vie “pare atât de enigmatică”. Capacitatea organismului de a simula mişcarea perpetuă îi conduce pe atât de mulţi oameni la credinţa într-o *forţă vitală* specială, supranaturală. El a ironizat această idee - *vis viva* sau entelehia - şi, de asemenea, a luat în derâdere ideea populară potrivit căreia organismele “se hrănesc cu energie”. Energia şi materia erau numai două feţe ale unei singure monede şi oricare calorie este la fel de bună ca şi oricare alta. Nu, a spus el: organismul se hrăneşte cu entropie negativă.

“Ca să o spunem într-un mod mai puţin paradoxal”, a adăugat el în mod paradoxal, “lucrul esenţial în metabolism este că organismul reuşește să se elibereze de toată entropia pe care nu se poate împiedica să o producă atâta timp cât este viu”.27

Cu alte cuvinte, organismul absoarbe ordine din mediul său înconjurător. Ierbivorele şi carnivorele iau masa la un bufet suedez de structură; ele se hrănesc cu componente organice, materie într-o stare bine ordonată şi o retumează “într-o stare foarte degradată - nu total degradată, totuşi, pentru că plantele o pot folosi”. Totodată, plantele extrag nu numai energie, ci şi entropie negativă din lumina solară. în termeni energetici, explicaţia se poate oferi mai mult sau mai puţin riguros. în termeni de ordine, calculele nu sunt atât de simple. Calculul matematic al ordinii şi haosului rămân ceva mai dificile, definiţiile relevante fiind supuse propriilor bucle de feedback.

Multe rămâneau de aflat, a spus Schrödinger, despre modul în care viaţa depozitează şi perpetuează ordinea pe care o extrage din natură. Cu microscoapele lor, biologii au aflat multe lucruri despre celule. Puteau să vadă gârneţii - celule spermatice şi ovule. In ele se află nişte fibre, ca nişte

nuiele, numite cromozomi, dispuşi în perechi, în mare număr, diferit de la o specie la alta, şi cunoscuţi a fi purtătorii trăsăturilor ereditare. După cum s-a exprimat Schrödinger de această dată, ei conţin înăuntrul lor, cumva, "modelul" organismului: "Aceşti cromozomi sau, probabil, numai o fibră de schelet axial din ceea ce vedem deocamdată la microscop drept cromozomi conţin într-un fel de scriere codificată întregul model al viitoarei dezvoltări a individului". Considera uluitor - misterios, dar cu siguranţă crucial într-un fel încă necunoscut - faptul că fiecare celulă a unui organism "trebuie să fie în posesia unei (duble) copii complete a codului".28 El compara această situaţie cu o armată în care fiecare soldat cunoaşte orice detaliu din planurile generalului.

Aceste detalii erau numeroasele "proprietăţi" discrete ale unui organism, deşi nu era încă nici pe departe clar ce presupunea o proprietate. ("Pare a nu fi nici corect, nici posibil să disecăm în «proprietăţi» discrete modelul unui organism, care este în mod esenţial o unitate, un «întreg»", medita Schrödinger.) Culoarea ochilor unui animal, albaştri sau căprui, poate fi o proprietate, dar este mai util să ne concentrăm asupra *diferenţei* dintre un individ şi altul, iar această diferenţă se ştia a fi controlată de ceva transmis în cromozomi. El a folosit termenul *genă*: "transportatorul material ipotetic al unei trăsături ereditare definite".29 Nimeni nu putea deocamdată să vadă acele gene ipotetice, dar, cu siguranţă, momentul nu era departe. Observaţiile microscopice făceau posibilă estimarea mărimii lor: poate 100 sau 150 de distanţe atomice; poate o mie de atomi sau mai puţini. Şi, totuşi, aceste minuscule entităţi trebuie să încapsuleze întregul model al unei creaturi vii - o muscă sau un rododendron, un şoarece sau un om. Şi noi trebuie să înţelegem acest model ca pe un obiect cvadridimensional: structura organismului în totalitatea dezvoltării sale ontogenetice, fiecare stadiu de la embrion până la adult.

Căutând un indiciu pentru descifrarea structurii moleculare a genei, părea firesc să se cerceteze cea mai organizată formă a materiei, cristalele. Solidele în formă cristalină aveau o relativă permanenţă; ele pot să înceapă cu un germen minuscul şi să construiască structuri din ce în ce mai vaste; iar mecanica cuantică începea să ofere o înţelegere profundă a forţelor implicate în sudura lor. Dar Schrôdinger simţea că lipseşte ceva. Cristalele sunt *prea* ordonate - construite în "modul comparativ plictisitor al repetiţiei aceleiaşi structuri în trei direcţii iar şi iar". Oricât ar părea de elaborate, solidele cristaline conţin doar câteva tipuri de atomi. Viaţa trebuie să depindă de un nivel superior de complexitate, structură fără de repetiţie previzibilă, a argumentat el. A inventat un termen: *cristale neperiodice*. Aceasta era ipoteza lui: *Credem că o genă - sau poate întrega fibră de cromozomi - este un cristal neperiodic.30* Cu greu putea să sublinieze destul măreţia acestei diferenţe, dintre periodic şi neperiodic:

Diferenţa de structură este similară celei dintre un tapet ordinar, în care acelaşi model se repetă iar şi iar cu periodicitate regulată, şi o capodoperă de broderie, să apunem o tapiţerie de Rafael, care nu prezintă nicio repetiţie plictisitoare, ci un desen complex, coerent şi *semnificativ*.

Unii dintre cititorii care îl admirau cel mai mult, printre care Léon Brillouin, fizicianul francez recent strămutat în Statele Unite, au spus că Schrödinger era prea deştept pentru a fi pe deplin convingător, chiar dacă ei demonstraseră prin propriile lor lucrări cât erau de convinşi. Brillouin era în mod deosebit preocupat de comparaţia cu cristalele, cu structurile lor complicate, dar neînsufleţite. Cristalele aveau o oarecare capacitate de a se autorepara, observa el; sub presiune, atomii lor se pot suci în noi poziţii de dragul echilibrului. Acest fenomen putea fi înţeles în termenii termodinamicii şi, de-acum, în cei ai mecanicii cuantice. Cu cât mai exaltantă era, atunci, autorepararea

organismelor: “Organismul viu îşi vindecă propriile răni, îşi tratează bolile şi poate reconstrui mari porţiuni ale structurii sale atunci când acestea au fost distruse de un accident. Acesta este cel mai izbitor şi neaşteptat comportamentz/.31 L-a urmat pe Schrôdinger, de asemenea, în utilizarea entropiei pentru a face legătura între cele mai mici şi cele mai vaste scări.

Pământul nu este un sistem închis, iar viaţa se nutreşte cu energie şi entropie negativă ce se scurgîn sistemul terestru... Ciclul decurge astfel: întâi, crearea de echilibre instabile (combustibili, hrană, cascade etc.); apoi, utilizarea acestor rezerve de către toate creaturile vii.

Creaturile vii dau peste cap calculul obişnuit al entropiei. La modul şi mai general, la fel face şi informaţia. “Luaţi un număr din *The New York Times*, cartea despre cibernetică şi o cantitate egală de deşeuri de hârtie”, a sugerat Brillouin. “Au ele aceeaşi entropie?” Dacă le puneţi pe foc, da. Nu însă şi dacă sunteţi un cititor. Există entropie în aranjamentul petelor de cerneală.

Din acest motiv, fizicienii înşişi sunt pe cale să transforme entropia negativă în informaţie, a spus Brillouin. Din observaţii şi măsurători, fizicianul derivă legi ştiinţifice; cu aceste legi, oamenii creează maşini nemaivăzute în natură, cu cele mai improbabile structuri. A scris acestea în 1950, pe când pleca de la Harvard pentru a se alătura celor de la IBM din Poughkeepsie.32

Acesta nu a fost sfârşitul demonului lui Maxwell - nici pe departe. Problema nu putea fi cu adevărat rezolvată, iar demonul efectiv alungat fără o mai profundă înţelegere a unui domeniu foarte îndepărtat de termodinamică: calculul mecanic. Ulterior, Peter Landsberg i-a scris necrologul astfel: “Demonul lui Maxwell a murit la vârsta de 62 de ani (atunci când a apărut o lucrare a lui Leo Szilârd), dar el continuă să bântuie castelele fizicii ca un neastâmpărat şi adorabil poltergeist”.33

10

CODUL PROPRIU AL VIEŢII
(ORGANISMUL ESTE SCRIS ÎN OU)

Ceea ce se află în inima fiecărei fiinţe vii nu este un foc, o răsuflare caldă şi nici o “scânteie de viaţă” Sunt informaţii, cuvinte, instrucţiuni. Dacă doriţi o metaforă, nu vă gândiţi la focuri, scântei şi răsuflare. Gândiţi-vă, în schimb, la un miliard de caractere digitale discrete, gravate în tăbliţe de cristal.1

- Richard Dawkins (1986)

Savanţii îşi iubesc particulele lor fundamentale. Dacă trăsăturile sunt transmise de la o generaţie la următoarea, atunci aceste trăsături trebuie să ia o formă primară ori să aibă un purtător. De aici, presupusa particulă de protoplasmă. “Biologului trebuie să i se permită tot atâta *întrebuinţare* ştiinţifică a imaginaţiei ca şi fizicianului.” The *Popular Science Monthly* explica în 1875: “Dacă unul trebuie să aibă atomii şi moleculele sale, celălalt trebuie să posede unităţile sale fiziologice, moleculele sale plastice, «plasticulele» lui”.2

Plasticulele nu au prins şi aproape toată lumea avea o idee greşită despre ereditate. Aşa că, în 1910, un botanist danez, Wilhelm Johannsen, a inventat în mod conştient cuvântul *genă*. I-ar fi fost greu să corecteze mitologia comună şi s-a gândit că un cuvânt ar fi de ajutor. Mitul era acesta: că “însuşirile personale” se transmit de la părinte la progenitură. Aceasta este “cea mai naivă şi cea mai veche concepţie despre ereditate”3, a spus Johannsen într-un discurs ţinut la Societatea Naturalistilor Americani. Era de înţeles. Dacă tatăl si fiica sunt graşi, oamenii pot fi tentaţi să creadă că grăsimea lui a cauzat-o pe a ei sau că el i-a transmis-o ei. Dar este greşit. După cum a declarat Johannsen, “*calităţile personale* ale oricărui organism individual nu cauzează câtuşi de puţin calităţile urmaşilor: însă atât calităţile strămoşilor, cât şi cele ale descendenţilor sunt în acelaşi mod determinate de natura «substanţelor sexuale» - de exemplu, gârneţii - din care s-au dezvoltat”.

Ceea ce este moştenit este mai abstract, mai mult de natura potenţialităţii.

Spre eliminarea gândirii eronate, el a propus o nouă terminologie, începând cu *gena*: “nimic altceva decât un foarte aplicabil cuvinţel, uşor de combinat cu altele”.[53] Prea puţin conta că nici el, nici oricine altcineva nu ştia ce era, de fapt, o genă: “poate fi utilă ca o expresie pentru «factori de unitate», «elemente» sau «alelomorfe».... Cât despre natura «genelor», încă n-ar avea nicio valoare să propunem o ipoteză”. Anii de cercetări întreprinse de Gregor Mendel cu fasolea verde şi galbenă au arătat că un astfel de lucru trebuie să existe. Culorile şi alte trăsături variau în funcţie de multi factori, printre care temperatura şi conţinutul solului, însă *ceva* se păstrează ca întreg; nu se amestecă şi nu se dispersează; trebuie să fie cuantizat.4 Mendel descoperise gena, deşi nu i-a dat un nume. Pentru el, era mai mult o convenienţă algebrică decât o entitate fizică.

Când Schrôdinger a reflectat asupra genei, s-a confruntat cu o problemă. Cum ar putea un “minuscul strop de materie” să conţină întregul cod complex care determină minuţioasa dezvoltare a organismului? Pentru a soluţiona dificultatea, Schrôdinger a recurs la un exemplu nu din mecanica ondulatorie sau din fizica teoretică, ci din telegrafie: codul Morse. El a remarcat că două semne, punct şi liniuţă, pot fi combinate în grupuri bine ordonate care să genereze întregul limbaj omenesc. Şi genele, a sugerat el, trebuie să utilizeze un cod: “Codul miniatural ar trebui să corespundă cu precizie unui foarte complicat şi amănunţit plan de dezvoltare şi ar trebui să conţină cumva mijloacele de a-l pune în acţiune”.5

Coduri, instrucţiuni, semnale - tot acest limbaj, cu iz de mecanică şi inginerie, îi apăsa pe biologi precum franceza

53 El a adăugat: „Termenii vechi sunt, în cea mai mare parte, compromiși prin aplicarea lor în cadrul unor teorii și sisteme învechite sau eronate, din care ei păstrează frânturi de idei inadecvate, nu întotdeauna inofensive pentru dezvoltarea înțelegerii" (n.a.).

normandă pe când invada engleza medievală. In anii 1940, jargonul avea o notă preţioasă, artificială, care a trecut însă repede. Noua biologie moleculară a început să cerceteze stocarea şi transferul de informaţii. Biologii puteau să socotească în termeni de “biţi”. Unii fizicieni, orientându-se acum spre biologie au văzut informaţia ca fiind exact conceptul necesar pentru a discuta şi măsura calităţile biologice pentru care nu existaseră instrumente disponibile: complexitate şi ordine, organizare şi specificitate.6 Henry Quastler, unul dintre primii radiologi de la Viena, pe atunci la Universitatea din Illinois, aplica teoria informaţiei atât în biologie, cât şi în psihologie; el estima că un aminoacid încorpora conţinutul informaţional al unui cuvânt scris, iar o moleculă de proteină, conţinutul informaţional al unui paragraf. Colegul său, Sidney Dancoff, i-a sugerat, în 1950, că un fir de cromozom este “o bandă liniară codificată de informaţie”:

întregul fir constituie un “mesaj”. Acest mesaj poate fi spart în subunităţi care se pot numi “paragrafe” “cuvinte” etc. Cea mai mică unitate de mesaj este probabil ceva flip-flop, care poate lua o decizie de tipul da-nu.7

în 1952, Quastler a organizat un simpozion pe tema teoriei informaţiei în biologie, fără alt scop decât acela de a lansa aceste idei noi - entropie, zgomot, emitere de mesaje, diferenţiere - în domenii de la structura celulară şi cataliza enzimelor până la “biosisteme” pe scară largă. Un cercetător a elaborat o estimare a numărului de biţi reprezentaţi de către o singură bacterie: nu mai puţin de 1013. (Dar acela era numărul necesar pentru a descrie întreaga ei structură moleculară în trei dimensiuni - poate că exista o descriere mai economică.)8 Creşterea bacteriei putea fi analizată ca o reducere de entropie în partea ei de univers. Quastler însuşi voia să ia măsura unor organisme mai evoluate în termeni de conţinut informaţional: nu în termeni de atomi (“ar fi o mare risipă”), ci în termeni de

“instrucţiuni ipotetice de construire a unui organism”9. Aceasta l-a condus, fireşte, la gene.

întregul set de instrucţiuni - situat “undeva în cromozomi” - este genomul. Acesta este un “catalog”, a spus el, care conţine, dacă nu în totalitate, cel puţin “o porţiune substanţială din toată informaţia privind un organism adult”. El a subliniat, totuşi, cât de puţin se ştia despre gene. Erau ele entităţi fizice discrete ori se suprapuneau? Erau ele “surse independente de informaţie” ori se influenţau una pe cealaltă? Câte erau? înmulţind toate aceste necunoscute, el a ajuns la un rezultat:

complexitatea esenţială a unei singure celule şi cea a unui om întreg nu depăşesc 1012 şi nu sunt mai mici de 105 biţi; aceasta este o estimare extrem de grosolană, dar e mai bună decât nicio estimare.10

Aceste eforturi imature nu au dus, în mod direct, nicăieri. Teoria informaţiei a lui Shannon nu putea fi altoită pe trunchiul biologiei. Puţin conta. O răsturnare seismică era deja pe drum: de la gândirea despre energie la gândirea despre informaţie.

Peste Atlantic, în primăvara lui 1953, a sosit la sediul revistei *Nature* din Londra o scrisorică bizară, cu o listă de semnatari din Paris, Zurich, Cambridge şi Geneva, printre care cel mai remarcabil era Boris Ephrussi, primul profesor de genetică al Franţei. Savanţii se plângeau de “ceea ce ni se pare o creştere mai degrabă haotică a vocabularului tehnic”. In particular, ei remarcaseră că recombinarea genetică a bacteriilor era descrisă ca “transformare”, “transducţie” şi chiar ca “infecţie” Ei au propus să se simplifice exprimarea:

Ca soluţie a acestei situaţii derutante, am dori să sugerăm utilizarea termenului de “informaţie interbacteriană” pentru a le înlocui pe cele de mai sus. Nu implică în mod necesar transferul de substanţe materiale şi recunoaşte posibila viitoare importanţă a ciberneticii la nivel bacterian.11

Acesta era produsul unui prânz scăldat în vin pe malul lacului Locamo din Elveţia - cu intenţia de a fi o glumă, dar pe deplin plauzibil editorilor revistei *Nature*, care l-au publicat de îndată. Cel mai tânăr dintre meseni şi semnatari era un american de douăzeci şi cinci de ani, pe nume James Watson.12

Următorul număr din *Nature* conţinea o altă scrisoare din partea lui Watson şi a colaboratorului său, Francis Crick. I-a făcut celebri. Descoperiseră gena.

Se ajunsese la un consens că, indiferent ce-ar fi fost, oricum ar fi funcţionat, genele ar trebui să fie, probabil, nişte proteine: molecule organice gigantice, alcătuite din lungi lanţuri de aminoacizi. Alternativ, câţiva geneticieni din anii 1940 se concentraseră, în schimb, asupra simplilor viruşi - bacteriofagi. Apoi din nou, experimente asupra eredităţii la bacterii i-au convins pe câţiva cercetători, printre care Watson şi Crick, că genele s-ar putea găsi într-o substanţă diferită, care, dintr-un motiv necunoscut, a fost descoperită în nucleul fiecărei celule, de plantă sau de animal, inclusiv bacteriofage. Această substanţă era un acid nucleic, în special acid dezoxiribonucleic sau ADN.13 Cei care lucrau cu acizi nucleici, în principal chimişti, nu fuseseră în stare să afle multe despre el, cu excepţia faptului că moleculele erau formate din unităţi mai mici, numite nucleotide. Watson şi Crick s-au gândit că acesta trebuia să fie secretul şi s-au apucat cu frenezie să-i descopere structura la Cavendish Laboratory din Cambridge. Ei nu puteau să vadă aceste molecule; puteau să vadă numai indicii în umbrele emise de difracţia razelor X. Dar ei ştiau o mulţime de lucruri despre subunităţi. Fiecare nucleotidă conţinea o “bază” şi nu erau decât patru baze diferite, desemnate drept A, C, G şi T. Ele veneau în proporţii predictibile. Trebuie să fie literele unui cod. Restul era încercare şi eroare, înflăcărate de imaginaţie.

Ceea ce au descoperit ei a devenit o efigie: dublul helix, tipărit pe primele pagini ale magazinelor, temă sculpturală.

ADN-ul este format din două lungi secvenţe de baze, ca un cifru codificat într-un alfabet din patru litere, fiecare secvenţă fiind complementară cu cealaltă, încolăcite împreună. Cât timp nu sunt separate, fiecare şuviţă serveşte drept tipar pentru replicare. (Era “cristalul neperiodic” al lui Schrôdinger? In termeni de structură fizică, difracţia razelor X arăta ADN-ul ca fiind pe deplin regulat. Neperiodicitatea se află la nivelul abstract al limbajului - secvenţa de “litere”.) Intr-un pub local, Crick anunţa exuberant pe oricine era dispus să-l asculte că ei descoperiseră “secretul vieţii”; în nota lor de o pagină din *Nature* erau ceva mai circumspecţi. Ei au încheiat cu o remarcă ce a fost numită “una dintre cele mai timide declaraţii din literatura ştiinţifică”14:

Nu am trecut cu vederea că împerecherea specifică pe care am postulat-o sugerează imediat un posibil mecanism de copiere a materialului genetic.15

Au scăpat de timiditate într-o altă lucrare, publicată peste câteva săptămâni. In fiecare lanţ, succesiunea de baze apărea a fi neregulată - orice secvenţă era posibilă, au observat ei. “Urmează că într-o moleculă lungă sunt posibile numeroase permutări.”16 Numeroase permutări - multe mesaje posibile. Următoarea lor remarcă a sunat alarma de ambele părţi ale Atlanticului. “Prin urmare, pare probabil că secvenţa precisă de baze este codul care poartă informaţia genetică.” Folosind aceşti termeni, *cod* şi *informaţie*, ei nu mai vorbeau la figurat.

Macromoleculele vieţii organice încorporează informaţii într-o structură complicată. O singură moleculă de hemoglobină cuprinde patru lanţuri de polipeptide, două cu 141 de aminoacizi şi două cu 146, în secvenţă liniară strictă, legate şi înfăşurate laolaltă. Atomi de hidrogen, oxigen, carbon şi fier se pot amesteca la întâmplare cât ţine viaţa universului, fără să fie mai probabil că vor forma hemoglobină decât ar fi ca proverbialul cimpanzeu să bată la maşină piese de Shakespeare. Geneza lor necesită

energie; ele sunt alcătuite din componente mai simple, mai puţin structurate, şi legea entropiei se aplică. In cazul vieţii primitive, energia vine sub formă de fotoni de la soare. Informaţia vine pe calea evoluţiei.

Molecula de ADN era una specială: informaţia pe care o transportă este singura ei funcţie. Odată ce au recunoscut acest lucru, microbiologii s-au orientat spre descifrarea codului. Crick, care a fost inspirat să abandoneze fizica pentru biologie după ce a citit *Ce este viaţa*? de Schrôdinger, i-a trimis lui Schrôdinger o copie a lucrării, dar nu a primit răspuns.

Pe de altă parte, George Gamow a văzut raportul Watson-Crick atunci când a vizitat Laboratorul de Radiaţii de la Berkeley. Gamow era un cosmolog născut în Ucraina - unul dintre fondatorii teoriei Big Bang - şi ştia să recunoască o idee mare atunci când îi ieşea în cale. El a trimis o scrisoare:

Dragi dr. Watson & Crick,

Sunt fizician, nu biolog. Dar sunt foarte incitat de articolul dumneavoastră din *Nature*, de pe 30 mai, şi cred că el aduce biologia în grupul ştiinţelor “exacte” Dacă punctul vostru de vedere este corect, fiecare organism va fi caracterizat de un lung număr în sistem cvadruplu (?), cu cifrele 1,2,3,4 reprezentând diferitele baze.

Aceasta va deschide o foarte incitantă posibilitate de cercetare teoretică, bazată pe combinatorică şi teoria numerelor! Am sentimentul că se poate face. Ce credeţi?17

în următorul deceniu, efortul de înţelegere a codului genetic a consumat o varietate pestriţă de mari minţi ale lumii, multi dintre aceştia, precum Gamow, fiind lipsiţi de orice cunoştinţe utile în domeniul biochimiei. Pentru Watson şi Crick, problema iniţială depindea de o mlaştină de amănunte specializate: legături de hidrogen, legături de săruri, lanţuri de glicofosfaţi cu reziduuri de dezoxiborufanoză. A trebuit să înveţe cum ionii anorganici pot fi organizaţi în trei dimensiuni; a trebuit să calculeze

unghiurile exacte ale legăturilor chimice. Au făcut modele de carton şi plăci de cositor. Insă, acum problema se transformase într-un joc abstract de manipulare a simbolurilor. Strâns legat de ADN, vărul său cu o singură şuviţă, ARN, apărea ca jucând rolul de mesager sau de translator. Gamow a spus explicit că substratul chimic abia dacă avea vreo importanţă. El şi alţii care l-au urmat au înţeles totul ca pe o ghicitoare matematică - o cartografiere între mesaje în alfabete diferite. Dacă era o problemă de codificare, instrumentul de care aveau nevoie venea dinspre combinatorică şi teoria informaţiei. împreună cu fizicienii, i-au consultat pe criptoanalişti.

Gamow însuşi a început impulsiv prin a crea un cod combinatoriu. După cum a văzut el, problema era de a trece de la cele patru baze din ADN la cei douăzeci de aminoacizi cunoscuţi din proteine - un cod, aşadar, cu patru litere şi douăzeci de cuvinte.[54] Pura combinatorică l-a făcut să se gândească la nucleotide triplete: cuvinte din trei litere. Avea o soluţie detaliată - curând cunoscută drept "codul diamant" - publicată în *Nature* peste câteva luni. După alte câteva luni, Crick a arătat că soluţia era total greşită: datele experimentale privind secvenţele de proteine au exclus codul diamant. Dar Gamow nu se dădea bătut. Ideea tripletelor era seducătoare. O distribuţie neaşteptată de savanţi s-au alăturat vânătorii: Max Delbrück, un fost fizician, acum la Caltech în domeniul biologiei; prietenul său Richard Feynman, teoreticianul quantic; Edward Teller, celebrul artizan de bombe; un alt fost cercetător la Los Alamos, matematicianul Nicholas Metropolis; şi Sidney Brenner, care i s-a alăturat lui Crick la Cavendish.

Toţi aveau diferite idei de codificare. Din punct de vedere matematic, problema i se părea descurajantă chiar şi lui Gamow. "La fel ca şi spargerea mesajelor inamicului din

54 Listând douăzeci de aminoacizi, Gamow depășea ceea ce se cunoștea de fapt. Numărul douăzeci s-a dovedit a fi corect, deși lista lui Gamow nu era (n.a.).

timpul războiului”, a scris el în 1954, “succesul depinde de lungimea disponibilă a textului codificat. După cum vă va spune orice ofiţer de informaţii, munca e foarte grea, iar succesul depinde în cea mai mare parte de noroc... . Mă tem că problema nu poate fi rezolvată fără ajutorul computerului electronic.”.18 Gamow şi Watson au hotărât să înfiinţeze un club: Clubul Cravatei ARN[55], format din exact douăzeci de membri. Fiecare membru a primit o cravată de lână, în negru şi verde, confecţionată după designul lui Gamow de către un ceaprazar din Los Angeles. Partida jucându-se în cadru restrâns, Gamow dorea să creeze un canal de comunicaţie care să ocolească publicaţiile din reviste. Niciodată noutăţile ştiinţifice nu se mişcaseră atât de rapid. “Multe dintre conceptele esenţiale au fost propuse iniţial în discuţii informale de ambele părţi ale Atlanticului şi erau apoi transmise în grabă celor iniţiați”, a spus un alt membru, Gunther Stent, “prin intermediul unor discuţii private la scară internaţională”.19 Au fost starturi ratate, presupuneri trăznite şi căi înfundate, iar comunitatea biochimiştilor proeminenţi nu s-a lăsat antrenată de bunăvoie.

“Lumea nu *credea* neapărat în cod”, a spus Crick mai târziu. “Majoritatea biochimiştilor pur şi simplu nu gândeau pe aceste coordonate. Era o idee cu totul nouă şi, în plus, erau înclinaţi să creadă că era şi o suprasimplificare.” Ei credeau că drumul spre înţelegerea proteinelor ar fi studiul sistemelor de enzime şi al cuplării unităţilor de peptide. Ceea ce era destul de rezonabil.

Ei socoteau că sinteza proteinelor nu putea fi o simplă chestiune de codificare dintr-un lucru în altul; suna prea mult a ceva inventat de către un fizician. Lor nu le suna a biochimie. Aşa că exista o oarecare rezistenţă faţă de idei

55 în original, the RNA Tie Club - joc de cuvinte greu traductibil: „tie" înseamnă deopotrivă cravată și legătură, un alt sens al expresiei putând fi „legătura de ARN", miza cercetărilor efectuate de către membrii grupului (n.a.).

simple precum aceea că trei nucleotide codifică un aminoacid; lumea credea că era un soi de păcăleală.20

Situat la extrema opusă, Gamow trecea cu vederea detaliile biochimice pentru a scoate în faţă o idee de o şocantă simplitate: aceea că fiecare organism viu este determinat de "un lung număr scris în sistemul cvadridigital". El numea aceasta "numărul fiarei" (de la Cartea Apocalipsei). Dacă două fiare au acelaşi număr, ele sunt gemeni identici.21

De acum, cuvântul *cod* era atât de adânc întipărit în conversaţie, încât oamenii rareori se opreau să bage de seamă cât de extraordinar era să descoperi un astfel de lucru - simboluri abstracte reprezentând în mod arbitrar nişte simboluri abstracte diferite, active în chimia de la nivel molecular. Codul genetic îndeplinea o funcţie având stranii asemănări cu codul matematic inventat de Gödel pentru scopurile sale filosofice. Codul lui Gödel substituie numere simple expresiilor şi operaţiilor matematice; codul genetic utilizează triplete de nucleotide ca să reprezinte aminoacizi. Douglas Hofstadter a fost primul care să fi făcut în mod explicit această conexiune, în anii 1980: "între mecanismul complex dintr-o celulă vie, care face posibil ca o moleculă de ADN să se replice pe sine, şi mecanismul inteligent dintr-un sistem matematic, care dă unei formule capacitatea de a spune nişte lucruri despre sine". In ambele cazuri, el a văzut o buclă răsucită de feedback. "Nimeni nici măcar nu a bănuit că un set de substanţe chimice ar putea să *codifice* pentru un alt set", a scris Hofstadter.

într-adevăr, ideea în sine este oarecum derutantă: dacă există un cod, cine l-a inventat? Ce fel de mesaje sunt scrise în el? Cine le scrie? Cine le citeşte?22

Clubul a recunoscut că problema nu era doar stocarea informaţiei, ci transferul ei. ADN-ul îndeplineşte două funcţii diferite. In primul rând, păstrează informaţia. O face copiindu-se pe sine, din generaţie în generaţie, pe durata unor eoni - o Bibliotecă din Alexandria care îşi păstrează datele

în siguranţă copiindu-le de miliarde de ori. în pofida frumosului dublu helix, acest depozit de informaţie este în esenţă unidimensional: un şir de elemente dispuse în linie. în ADN-ul uman, unităţile de nucleotide numără peste un miliard şi acest mesaj detaliat de un gigabit trebuie să fie conservat perfect sau aproape perfect. In al doilea rând, totuşi, ADN-ul trimite, de asemenea, informaţia în afară spre a fi utilizată în construcţia organismului. Datele stocate într-un fir unidimensional trebuie să înflorească în trei dimensiuni. Acest transfer de informaţie are loc prin intermediul mesajelor care trec de la acizii nucleici către proteine. Astfel încât ADN-ul nu doar se reproduce pe sine; pe lângă aceasta, dictează fabricarea a ceva cu totul diferit. Aceste proteine, cu propria lor complexitate enormă, servesc drept material pentru un corp, simt mortarul şi cărămizile, totodată sistemul de comandă, ţevăria, cablajele şi semnalele chimice care controlează creşterea.

Replicarea ADN-ului este o copiere de informaţii. Fabricarea proteinelor este un transfer de informaţii: expedierea unui mesaj. Biologii pot vedea acum cu claritate acest lucru, pentru că *mesajul* este în prezent bine definit şi detaşat de orice substrat particular. Dacă mesajele pot fi purtate de unde sonore şi impulsuri electrice, de ce nu şi de procese chimice?

Gamow a încadrat problema simplu: “Nucleul unei celule vii este un depozit de informaţii”. In plus, a spus el, este un transmiţător de informaţii. Continuitatea oricărei forme de viaţă provine din acest “sistem informaţional”; obiectul adecvat de studiu al geneticii este “limbajul celulelor”.23

Când codul diamant al lui Gamow s-a dovedit greşit, el a încercat un “cod triunghiular”, în mai multe variante - de asemenea greşite. Grupurile ternare şi-au păstrat poziţia centrală, iar o soluţie părea chinuitoar de aproape, însă de neatins. O problemă era modul în care natura introducea semne de punctuaţie în aparent neîntreruptele şiraguri de ADN şi ARN. Nimeni nu a putut vedea un echivalent biologic

al pauzelor care separau literele în codul Morse sau spaţiile dintre cuvinte. Poate că fiecare a patra bază era o virgulă. Sau poate că (a sugerat Crick) virgulele nu ar fi necesare dacă anumite triplete aveau “sens” şi altele erau “nonsensuri”.24 Apoi, poate că un fel de cititor de bandă avea nevoie doar să înceapă dintr-un anumit punct şi să numere nucleotidele în grupuri de câte trei. Printre matematicienii atraşi de această problemă, era un grup de la noul Jet Propulsion Laboratory din Pasadena, California, constituit pentru a lucra în cercetări aérospatiale. Lor li se părea o problemă clasică din teoria despre codificare a lui Shannon: “secvenţa de nucleotide ca un mesaj infinit, scris fără punctuaţie, din care orice porţiune finită trebuie să fie decodificabilă într-o secvenţă de aminoacizi prin introducerea potrivită de virgule”.25 Ei au elaborat un *dicţionar* de coduri. Au avut în vedere problema *erorilor de tipar*.

Biochimia conta. Toţi criptoanaliştii din lume, fără eprubete şi bucătăria de laborator, nu ar fi fost în stare să ghicească unul dintre toate răspunsurile posibile din univers. Atunci când codul genetic a fost rezolvat, la începutul anilor 1960, s-a dovedit a fi plin de redundanţă. Mare parte din cartografierea nucleotidelor în aminoacizi părea arbitrară - nu atât de precis modelate pe cât au fost toate propunerile lui Gamow. Unii aminoacizi corespund unui sigur codon[56], alţii unor grupuri de câte două, patru sau şase. Particule numite ribozomi se deplasează unidirecţional de-a lungul firului de ARN şi îl traduc, trei baze o dată. Unele codoane sunt redundante; altele servesc de fapt ca semnale de start şi de oprire. Redundanţa serveşte exact scopului aşteptat de către un teoretician al informaţiei. Ea furnizează toleranţă faţă de erori. Zgomotul afectează mesajele biologice ca şi pe toate celelalte. Erorile în ADN - greşeli de tipar - sunt mutaţii.

56 Codon - secvență de trei nucleotide din molecula de ADN care codifică un aminoacid specific (n.t.).

Chiar înainte de aflarea răspunsului exact, Crick i-a cristalizat principiile fundamentale într-o formulare pe care el a numit-o (şi este denumită până astăzi) Dogma Centrală. Este o ipoteză despre direcţia evoluţiei şi originea vieţii; este demonstrabilă în termenii entropiei Shannon în cadrul alfabetelor chimice posibile:

Odată ce "informaţia" a trecutîn proteine, ea nu mai poate ieşi. Mai amănunţit, transferul de informaţii de la acid nucleic la acid nucleic sau de la acid nucleic la proteină poate fi posibil, dar transferul de la proteină la proteină sau de la proteină la acid nucleic este imposibil. Informaţie înseamnă aici determinarea precisă a secvenţei.26

Mesajul genetic este independent şi impenetrabil: nicio informaţie venită dinspre evenimente exterioare nu-l poate modifica.

Informaţia nu a mai fost scrisă vreodată atât de mărunt. E aici o scriitură la scară de angstromi[57], publicată acolo unde nimeni nu o poate vedea, Cartea Vieţii într-o ureche de ac.

Omne vivum ex ovo. "Descrierea completă a organismului este deja scrisă în ou", i-a spus Sydney Brenner lui Horace Freeland Judson, marele cronicar al biologiei moleculare, la Cambridge în iama lui 1971. "înăuntrul fiecărui animal există o descriere internă a acelui animal.... Ceea ce va fi dificil este cantitatea imensă de detalii care vor trebui să fie subsumate. Cel mai economic limbaj al descrierii este descrierea moleculară, genetică care se află deja acolo. încă nu ştim, în acel limbaj, care sunt *denumirile*. Ce-şi spune organismul *sieşi*? Nu putem spune că un organism posedă, de exemplu, un nume pentru deget. Nu există nicio garanţie că în facerea unei mâini, explicaţia poate fi formulată în termenii de care noi ne folosim pentru a confecţiona o mănuşă."27

Brenner era într-o stare de spirit meditativă, sorbind un pahar de sherry înainte de cină, la King's College. Când a

57 Angstrom - unitate de măsură pentru lungimi de undă, egală cu a zecea milioana parte dintr-un milimetru (n.t.).

început să lucreze cu Crick, în urmă cu mai puţin de două decenii, biologia moleculară nu avea nici măcar un nume. Peste două decenii, în anii 1990, savanţii din toată lumea aveau să realizeze cartografierea întregului genom uman: poate 20 000 de gene, 3 miliarde de perechi de baze. Care era schimbarea cea mai fundamentală? Era o modificare de cadru conceptual, de la energie şi materie către informaţie.

"Toată biochimia de până în anii '50 era preocupată să afle de unde obţii energia şi materialele pentru funcţionarea celulei", a spus Brenner. "Biochimiştii nu se gândeau decât la fluxul de energie şi la fluxul de materie. Biologii moleculari au început să discute despre fluxul de informaţie. Privind retrospectiv, se poate vedea că dublul helix a dus la înţelegerea faptului că informaţia din sistemele biologice ar putea fi studiată în bună măsură la fel ca şi energia şi materia... ."

"Uite", i-a spus el lui Judson, "să-ţi dau un exemplu. Dacă te duceai la un biolog acum douăzeci de ani şi-l întrebai: Cum se face o proteină?, ţi-ar fi spus: Ei bine, e o problemă groaznică, nu ştiu., dar întrebarea importantă este de unde iei energia care să lege peptidele. Pe când biologul molecular ar fi spus: Nu asta e problema, problema importantă este de unde iei instrucţiunile de asamblare a secvenţei de aminoacizi » î şi la naiba cu energia; energia are singură grijă de ea".

In acel moment, jargonul tehnic al biologilor includea cuvinte precum *alfabet*, *bibliotecă*, *editare*, *citire sigură*, *transcriere*, *traducere*, *nonsens*, *sinonim* şi *redundanţă*. Genetica şi ADN-ul atrăseseră atenţia nu numai criptografilor, ci şi lingviştilor clasici. S-a descoperit că anumite proteine, capabile să sară de la o stare relativ stabilă la alta, acţionează ca nişte relee, acceptând comenzi cifrate pentru a le transmite vecinelor lor - centrale pentru reţele de comunicaţii în trei dimensiuni. Privind în urmă, Brenner credea că centrul atenţiei avea să se îndrepte în egală măsură spre informatică. Avea în vedere o

ştiinţă - deşi încă fără nume - despre haos şi complexitate. “Cred că în următorii douăzeci şi cinci de ani va trebui să-i învăţăm pe biologi încă un limbaj”, a spus el. “încă nu ştiu cum se numeşte; nimeni nu ştie. Dar ţinta avută în vedere, cred eu, este problema fundamentală a teoriei sistemelor complexe.” Şi-a amintit de John von Neumann, în zorii teoriei informaţiei şi ai ciberneticii, propunând să se înţeleagă procesele biologice şi mentale în termeni de cum ar putea să opereze o maşină de calcul. “Cu alte cuvinte”, a spus Brenner, “pe când o ştiinţă ca fizica lucrează în termeni de legi sau o ştiinţă precum biologia moleculară, deocamdată, este formulată în termeni de mecanisme, poate că acum trebuie să începem să gândim la algoritmi. Reţete. Proceduri”.

Dacă vrei să ştii ce este un şoarece, întreabă în schimb cum ai putea construi un şoarece. Cum se construieşte şoarecele pe sine? Genele şoarecelui se comută unele pe celelalte deschis şi închis şi efectuează calcule, pas cu pas. “Am sentimentul că noua biologie moleculară trebuie să meargă în această direcţie - să exploreze computerele de înalt nivel logic, programele, algoritmii dezvoltării...”

“Ar fi plăcut să poţi fuziona cele două - să poţi să te mişti între componenta de hardware molecular şi cea de software *logic* privind felul în care este organizat totul, fără sentimentul că sunt ştiinţe diferite/'

Chiar şi acum - sau mai ales acum -, gena nu era ceea ce părea. După ce începuse ca o bănuială a unui botanist şi ca o convenţie algebrică, fusese depistată în cromozomi şi dezvăluită ca nişte şuviţe moleculare răsucite. A fost decodificată, numerotată şi catalogată. Şi, apoi, la apogeul biologiei moleculare, ideea genei s-a desprins din nou de la chei.

Cu cât se ştia mai mult, cu atât era mai greu de definit. Este o genă nici mai mult, nici mai puţin decât ADN? Este *făcută* din ADN sau este ceva *transportat* în ADN? Este corect definită ca un lucru material?

Nu toată lumea era de acord în această privinţă. Gunther Stent a declarat, în 1977, că unul dintre cele mai mari triumfuri a fost “identificarea lipsită de ambiguităţi” a genei mendeliene drept o porţiune specifică din ADN. “Acesta este sensul în care toţi geneticienii activi folosesc acum termenul «genă»“, a scris el. într-o exprimare tehnică, dar succintă: “Gena este, de fapt, o dispunere liniară de nucleotide ADN care determină o dispunere liniară de aminoacizi din proteine”.28 Seymour Benzer, a spus Stent, este acela care a stabilit definitiv acest lucru.

Şi totuşi, Benzer însuşi nu fusese chiar atât de încrezător. El a argumentat încă din 1957 că gena clasică era moartă. Era un concept care încerca să servească trei scopuri deodată - ca unitate de recombinare, de mutaţie şi de funcţie - şi deja el avea motive puternice să suspecteze că acestea erau incompatibile. Un fir de ADN poartă multe perechi de baze, ca boabele de fasole pe o aţă sau ca literele dintr-o propoziţie; ca obiect fizic, nu putea fi numită o unitate elementară. Benzer a oferit un grup de noi nume de particule: “recon”, pentru cea mai mică unitate care poate fi interschimbată prin recombinare; “muton”, pentru cea mai mică unitate de schimbare mutaţională (o singură pereche de baze); şi “cistron” pentru unitatea de funcţionare - care, în schimb, admitea el, era dificil de definit. “Depinde la ce nivel este gândită funcţia”, a scris el - poate numai specificarea unui aminoacid sau poate un întreg ansamblu de paşi, “conducând la *un* efect-scop fiziologic particular”.29 *Gena* nu dispărea, dar era o mare încărcătură pe care un mic cuvânt trebuia să o poarte.

In parte, ceea ce se întâmpla era o ciocnire între biologia moleculară şi biologia evoluţionistă, aşa cum era studiată în domenii de la botanică la paleontologie. Era o ciocnire tot atât de fertilă ca şi oricare alta din istoria ştiinţei - în scurt timp, niciuna dintre părţi nu ar mai fi putut să avanseze fără cealaltă - dar, pe parcurs, au ieşit şi scântei. Câteva dintre ele au fost declanşate de către un tânăr zoolog de la

Oxford, Richard Dawkins. I se părea lui Dawkins că multi dintre colegii săi vedeau viaţa dintr-o perspectivă greşită.

Odată ce biologia moleculară şi-a pus la punct cunoaşterea detaliilor ADN-ului şi a devenit mai pricepută în manipularea acestor minuni moleculare, era firesc să le privească drept răspunsul la marea întrebare privind viaţa: cum se reproduc singure organismele? Folosim ADN-ul aşa cum folosim plămânii ca să respirăm sau ochii ca să vedem. *Ii folosim*. "Această atitudine este o eroare de mare profunzime", a scris Dawkins. "Este adevărul răsturnat zdrobitor cu capul în jos."30 Primul a fost ADN-ul - cu miliarde de ani în urmă -, şi ADN-ul a fost primul, argumenta el, atunci când viaţa este privită din perspectiva corectă. Din acea perspectivă, genele sunt centrul, condiţia *sine qua non*, starul spectacolului. In prima sa carte - publicată în 1976 şi adresată unui public larg, provocator intitulată *Gena egoistă* -, el a închis decenii de dispute, declarând: "Noi suntem maşini de supravieţuire - vehicule, roboţi, orbeşte programaţi să conservăm moleculele egoiste cunoscute drept gene".31 A spus că acesta era un adevăr pe care îl aflase de mulţi ani.

Genele, nu organismele, sunt adevăratele unităţi ale selecţiei naturale. Ele au început ca "replicatori" - molecule formate accidental în supa primordială, cu proprietatea neobişnuită de a face copii ale lor însele.

Ei [replicatorii] sunt vechii maeştri ai artelor de supravieţuire.[58] Dar nu-i mai căutaţi aiurea prin apele mărilor; de mult au renunţat la această libertate frivolă. Acum, roiescîn colonii uriaşe, adăpostiţi în interiorul unor gigantici roboţi greoi, izolaţi de lumea din afară, cu care comunică pe întortochiate căi indirecte şi pe care o manipulează prin telecomandă. Ei suntîn mine şi în dumneavoastră; ei ne-au creat pe toţi, cu trup şi suflet; iar conservarea lor este raţiunea ultimă a existenţei noastre.

58 în original, „survival arts"; joc de cuvinte intraductibil, care face aluzie la „marțial arts" - artele marțiale (n.t.).

Au străbătut o cale lungă aceşti replicatori. Acum, merg mai departe sub numele de gene, iar noi suntem maşinile lor de supravieţuire.32

Era garantat că această declaraţie va zbârli părul organismelor care se credeau ai fi mai mult decât nişte roboţi. "Biologul englez Richard Dawkins mi-a zbârlit părul pe spate", a scris Stephem Jay Gould în 1977, "cu pretenţia lui că genele însele sunt unităţi ale selecţiei, iar indivizii, doar receptaculele lor exterioare".33 Gould a avut o mulţime care i-a ţinut isonul. Gunther Stent l-a descalificat pe Dawkins ca pe un "student de treizeci şi şase de ani care studiază comportamentul animalelor" şi l-a încadrat în "străvechea tradiţie preştiinţifică a animismului, în care obiectele naturale sunt înzestrate cu suflete".34

Şi, totuşi, cartea lui Dawkins era sclipitoare şi transformatoare. Ea a stabilit o nouă înţelegere multistratificată a genei. Mai întâi, ideea unei gene egoiste părea un truc de perspectivă sau o glumă. Samuel Butler spusese, în urmă cu un secol - şi nu pretindea să fi fost primul -, că o cloşcă este numai drumul unui ou către a face im alt ou. Butler era foarte serios, în felul său:

Fiecărei creaturi trebuie să-i fie permis să-şi "conducă" propria dezvoltare pe propriul său drum; drumul oului poate să pară un mod foarte răsturnat de a face lucrurile; dar este drumul său şi este unul de care omul, în linii mari, nu are motive să se plângă. De ce ar fi considerată găina mai vie decât oul şi de ce s-ar spune că găina face oul şi nu că oul face găina, acestea suntîntrebări care se află dincolo de puterea explicaţiei filosofice, dar sunt poate cel mai aproape de a-şi afla răspunsul dacă ţinem seama de trufia omului şi de obiceiul său, păstrat de-a lungul multor epoci, de a ignora tot ceea ce nu-i reaminteşte de sine însuşi.35

A mai adăugat: "Dar, poate că, la urma urmei, adevăratul motiv este acela că oul nu cotcodăceşte când face găina". După o vreme, şablonul lui Butler, X *este numai felul lui Y de a face un alt Y*, a început să reapară în multe forme. "Un

cărturar”, a spus Daniel Dennett în 1995, “este numai modul bibliotecii de a face o altă bibliotecă”.36 Nici Dennett nu glumea în totalitate.

Era o dovadă de clarviziune din partea lui Butler să ironizeze în 1878 o viziune antropocentrică despre viaţă, dar el îl citise pe Darwin şi putea să ştie că întreaga creaţie nu fusese proiectată în beneficiul lui *Homo sapiens*. “Antropocentrismul este un viciu handicapant al intelectului”37, a spus Edward O. Wildon peste un secol, însă Dawkins aducea o şi mai radicală schimbare de perspectivă. El înghiontea afară nu numai fiinţa umană (şi găina), ci organismul, în toată măreţia sa diversificată. Cum putea biololgia să *nu* fie studiul organismelor? El nu a minimalizat dificultatea atunci când a scris: “E nevoie de un efort mintal deliberat pentru a repune biologia pe drumul cel bun, reamintindu-ne că replicatorii au fost primii, atât în importanţă, cât şi în istorie”.38

O parte din scopul lui Dawkins a fost să explice altruismul: comportamente ale indivizilor care se opun propriilor lor interese. Natura e plină de exemple de animale care îşi riscă propriile vieţi în favoarea progeniturilor, a verişorilor sau doar a membrilor din acelaşi club genetic. în plus, ele împart hrana; cooperează în construirea de stupi şi baraje; îşi apără cu cerbicie ouăle. Ca să explice un astfel de comportament - ca să explice orice adaptare, la drept vorbind -, se pune întrebarea criminalistului, *cui bono*? Cine beneficiază atunci când o pasăre atrage un prădător şi scoate ţipete, avertizând stolul dar, totodată, atrăgând atenţia asupra sa? E tentant să gândim în termeni de bine al grupului - familia, tribul sau specia -, dar majoritatea teoreticienilor sunt de acord că evoluţia nu funcţionează astfel. Selecţia naturală rareori poate să opereze la nivel de grupuri. Rezultă, totuşi, că multe explicaţii se articulează de minune dacă se gândeşte individul ca încercând să îşi propage varietatea lui specifică de gene în viitor. Specia sa împărtăşește cea mai mare parte dintre aceste gene,

fireşte, iar rudele sale chiar şi mai mult. Nu e vorba de o încercare *conştientă* de a face acest lucru. Nici nu ar atribui cineva, desigur, o intenţie genei însăşi - minusculă entitate lipsită de creier. Dar funcţionează destul de bine, după cum arată Dawkins, să inversăm perspectivele şi să spunem că gena lucrează pentru a-şi maximiza propria replicare. De exemplu, o genă "ar putea să-şi asigure supravieţuirea prin tendinţa de a înzestra corpurile succesive cu picioare lungi, care ajută acele corpuri să scape de prădători".39 O genă ar putea să-şi maximizeze propriul său număr dând unui organism impulsul instinctiv de a-şi sacrifica viaţa pentru a-şi salva puii: gena însăşi, acel grup special de ADN, moare odată cu creatura ei, dar copii ale genei trăiesc mai departe. Procesul este orb. Nu are prevedere, intenţie, cunoaştere. Genele sunt, de asemenea, oarbe. "Ele nu planifică dinainte", spune Dawkins. "Genele doar *sunt*, unele mai mult decât altele, şi asta-i tot ce e de spus despre ele."40

Istoria vieţii începe odată cu apariţia întâmplătoare a unor molecule suficient de complexe pentru a servi drept cărămizi de construcţie - replicatorii. Replicatorul este un purtător de informaţie. El supravieţuieşte şi se răspândeşte copiindu-se pe sine. Copiile trebuie să fie coerente şi sigure, dar nu au nevoie să fie perfecte; dimpotrivă, pentru a se desfăşura evoluţia, trebuie să apară erori. Replicatorii au putut să existe mult timp înainte de ADN, chiar înainte de proteine. Intr-un scenariu, propus de către biologul scoţian Alexander Caims-Smith, replicatorii au apărut în straturi lipicioase de cristale de clei: molecule complexe de minerale de siliciu. In alte modele, câmpul de joc evoluţionar este mai tradiţionala "supă primordială". Indiferent cum, unele dintre aceste macromolecule purtătoare de informaţii se dezintegrează mai rapid decât altele; unele fac copii mai multe sau mai bune; unele au efectul chimic de a sparge moleculele concurente. Absorbind energie fotonică de la soare, ca nişte minusculi

demoni ai lui Maxwell ce sunt, moleculele de acid ribonucleic, ARN, catalizează formarea unor molecule mai mari şi mai bogate în informaţii. ADN, mereu din ce în ce mai stabil, posedă dubla capacitate de a se copia pe sine şi de a fabrica, totodată, un alt tip de molecule, ceea ce oferă un avantaj special. Se poate proteja pe sine construind o cochilie de proteine de jur împrejurul său. Aceasta este "maşina de supravieţuire" a lui Dawkins - întâi celule, apoi corpuri din ce în ce mai mari, cu inventare tot mai bogate de membrane, ţesuturi, membre, organe şi abilităţi. Ele sunt vehiculele extravagante, întrecându-se cu alte vehicule, convertind energie şi chiar procesând informaţie. In jocul supravieţuirii, unele vehicule scot altele din joc, le dejoacă planurile şi se propagă mai repede.

A durat ceva timp, dar perspectiva centrată pe genă, bazată pe informaţie, a condus la un nou gen de investigaţie de detectiv în descoperirea urmelor istoriei vieţii. Pe când paleontologii privesc în urmă, căutând prin rămăşiţele fosile precursorii scheletici ai aripilor şi cozilor, biologii moleculari şi biofizicienii caută indicatori de relicve de ADN în hemoglobină, oncogene şi în tot restul bibliotecii de proteine şi enzime. "Este în curs de constituire o arheologie moleculară", a spus Wemer Loewenstein. Istoria vieţii este scrisă în termeni de entropie negativă. "Ceea ce, de fapt, evoluează este informaţia în toate formele sau transformările ei. Dacă ar fi existat ceva de genul unui ghid al creaturilor vii, cred, primul rând ar suna ca o poruncă biblică, *Fă să crească informaţia*."*41*

Nicio genă, de una singură, nu face un organism. Insectele, plantele şi animalele sunt vehicule colective, comune, întovărăşiri cooperatiste de numeroase gene, fiecare jucând rolul ei în dezvoltarea organismului. Este un ansamblu complex, în care fiecare genă interacţionează cu mii de alte gene, într-o ierarhie de efecte ce se extind atât în spaţiu, cât şi în timp. Corpul este o colonie de gene. Fireşte, el acţionează, se mişcă şi procesează ca o unitate

şi, în plus, cel puţin în cazul unei specii, se simte pe sine, cu impresionantă certitudine, ca fiind o unitate. Perspectiva centrată pe genă i-a ajutat pe biologi să aprecieze că genele care compun genomul uman sunt numai o fracţiune din genele transportate de fiecare persoană, deoarece fiinţele umane (ca şi alte specii) găzduiesc un întreg eco-sistem de microbi - bacterii, în special, de la piele până la sistemele noastre digestive. “Microbiomii” noştri ne ajută să digerăm hrana şi să luptăm împotriva bolilor, totul în timp evoluând rapid şi flexibil în slujba intereselor noastre. Toate aceste gene intră într-un grandios proces de coevoluţie reciprocă - concurând între ele şi cu alelele lor alternative, în vastul bazin genetic din natură, dar nemaiconcurând fiecare pentru sine. Succesul sau eşecul lor vin prin interacţiune. “Selecţia favorizează acele gene care reuşesc *în prezenţa altor gene*”, spune Dawkins, “*care*, *în schimb*, *reuşesc în prezenţa lor*”.*42*

Efectul fiecărei gene depinde de aceste interacţiuni cu ansamblul şi depinde, totodată, de efectele mediului şi de purul hazard. Intr-adevăr, numai a vorbi despre *efectul* unei gene a devenit o treabă complicată. Nu era de ajuns să spui simplu că efectul unei gene este proteina pe care o sintetizează. S-ar putea spune că o oaie sau o cioară au o genă pentru culoarea neagră. Aceasta ar putea fi o genă care fabrică o proteină pentru pigment negru în lână sau în pene. Insă oile, ciorile şi toate celelate creaturi capabile de culoare neagră o manifestă în împrejurări şi în grade variabile; chiar şi o atât de aparent simplă calitate rareori are un comutator biologic deschis-închis. Dawkins sugerează cazul unei gene care sintetizează o proteină ce acţionează ca o enzimă cu multe efecte indirecte şi îndepărtate, unul fiind să faciliteze sinteza pigmentului negru. Chiar şi mai îndepărtat, presupuneţi că o genă stimulează un organism să caute lumina soarelui, ceea ce este, în schimb, necesar pentru pigmentul negru. O astfel de genă serveşte doar ca un simplu co-conspirator, însă

rolul ei poate să fie indispensabil. A o numi, totuşi, o genă *pentru* culoare neagră devine dificil. Şi sunt încă mai greu de specificat genele pentru calităţi mai complexe - gene pentru obezitate, agresivitate, construcţia de cuiburi, isteţime sau homosexualitate.43

Există gene pentru astfel de lucruri? Nu, dacă o genă este un fir particular de ADN care exprimă o proteină. Strict vorbind, nu se poate spune că există gene *pentru* aproape nimic - nici măcar culoarea ochilor. In schimb, ar trebui spus că diferenţele dintre gene tind să cauzeze diferenţe în fenotip (organismul realizat). Insă, din primele zile ale studiului eredităţii, savanţii au vorbit despre gene în sens mai larg. Dacă o populaţie variază în privinţa unei anumite trăsături - să spunem, înălţimea - şi dacă variaţia este supusă selecţiei naturale, atunci, prin definiţie, este cel puţin parţial genetică. Există o componentă genetică a variaţiei de înălţime. Nu există nicio genă pentru picioare lungi; nu există nici măcar o genă pentru picioare. Construcţia unui picior necesită multe gene, fiecare eliberând instrucţiuni sub formă de proteine, unele fabricând materii prime, altele cu funcţii de cronometrare şi comutări deschis-închis. Unele dintre aceste gene au cu siguranţă efectul de a face picioarele mai lungi decât ar fi fost altminteri şi acestea sunt genele pe care le putem numi, pe scurt, gene *pentru* picioare lungi - atâta timp cât ne amintim că lungimea picioarelor nu este direct reprezentată sau codificată în genă.44

Astfel, geneticienii şi zoologii, etologii şi paleontologii au căpătat cu toţii obiceiul de a spune “o genă pentru X”, în loc de “o contribuţie genetică la variaţia lui X”.45 Dawkins i-a forţat să se confrunte cu consecinţele logice. Dacă există vreo variaţie genetică a unei trăsături - culoarea ochilor sau obezitatea -, atunci trebuie să existe o genă sau nişte gene pentru acea trăsătură. Nu are importanţă că apariţia efectivă a acelei trăsături poate să depindă de o insondabilă grupare de alţi factori, care pot fi de mediu sau

chiar accidentali. Spre ilustrare, el a oferit un exemplu în mod deliberat extrem: o genă pentru citit.

Tot ceea ce ne trebuie pentru a stabili existenţa unei gene pentru citit este să descoperim o genă pentru necitit, să spunem o genă care induce o leziune cerebrală de natură să provoace o dislexie specială. O astfel de persoană dislexică poate să fie normală şi inteligentă în toate privinţele, cu excepţia faptului că nu poate citi. Niciun genetician nu ar fi deosebit de surprins dacă acest tip de dislexie s-ar dovedi înnăscut în manieră mendeliană. Evident, în acest caz, gena şi-ar manifesta efectul numai într-un mediu care include educaţia normală. într-un mediu preistoric, s-ar fi putut să nu aibă niciun efect detectabil ori s-ar fi putut să aibă un efect diferit şi să fi fost cunoscut geneticienilor locuind în peşteri drept, să spunem, o genă pentru incapacitatea de a citi urmele lăsate de animale.

Decurge din convenţiile obişnuite ale terminologiei genetice că gena sălbatică din acelaşi locus, gena pe care restul populaţiei o posedăîn doză dublă, ar fi corect denumită genă “pentru citit” Dacă aveţi obiecţii, atunci trebuie să obiectaţi, de asemenea, şi împotriva discuţiei despre înălţime în boabele de fasole ale lui Mendel... în ambele cazuri, caracteristica interesantă este o diferenţă şi, în ambele cazuri, diferenţa se dezvăluie numai într-un mediu specific. Motivul pentru care ceva atât de simplu precum diferenţa de o genă poate avea un efect atât de complex... este, în mod fundamental, după cum urmează. Oricât de complexă ar putea fi o stare dată a lumii, diferenţa între acea stare a lumii şi o stare alternativă a lumii poate fi cauzată de ceva extrem de simplu.46

Poate exista o genă pentru altruism? Da, spune Dawkins, dacă aceasta înseamnă “orice genă care influenţează dezvoltarea sistemelor nervoase în aşa fel încât să facă probabil comportamentul lor altruist”.47 Astfel de gene - aceşti replicatori, aceşti supravieţuitori - nu ştiu nimic despre altruism şi nimic despre citit, bineînţeles. Orice ar fi

şi orinde s-ar afla, efectele lor fenotipice contează doar în măsura în care contribuie la propagarea genelor.

Biologia moleculară, prin reuşita ei inaugurală, a redus gena la o bucată de ADN care codifică proteinele. Aceasta era definiţia hardware. Definiţia software era mai veche şi mai scămoasă: unitatea de ereditate; purtătoarea unei diferenţe fenotipice. Cele două definiţii necoexistând în bună pace, Dawkins a privit dincolo de amândouă.

Dacă genele sunt înţelese ca maeştri ai supravieţuirii, cu greu pot fi nişte fragmente de acid nucleic. Asemenea lucruri trec repede. A spune că un replicator reuşește să supravieţuiască timp de eoni înseamnă a defini replicatorul ca pe *toate copiile considerate drept una*. In acest fel, gena nu "devine senilă", a declarat Dawkins.

Nu este mai probabil să moară la vârsta de un milion de ani decât la o sută de ani. Ea sare din corpîn corp de-a lungul generaţiilor, manipulând corp după corp în felul ei şi în vederea propriilor sale scopuri, părăsind o succesiune de corpuri muritoare înainte ca acestea să se scufunde în senilitate şi moarte.48

"Ceea ce fac eu", spune el, "este să subliniez potenţiala cvasiimortalitate a unei gene, sub formă de copii, drept proprietatea sa definitorie". Acesta este punctul în care viaţa se eliberează de odgoanele materiale care o ţin legată la ţărm. (Afară de cazul în care credeaţi deja în nemurirea sufletului.)

Gena nu este o macromoleculă purtătoare de informaţie. Gena este informaţie. Fizicianul Max Delbrück a scris în 1949: "Astăzi tendinţa este de a spune că «genele nu sunt decât molecule sau particule ereditare» şi, astfel, de a scăpa de abstracţii".49 Acum, abstracţiile au revenit.

Unde, atunci, se găseşte oricare genă particulară - să spunem, gena pentru picioare lungi la oameni? Este aproape ca şi cum am întreba unde se află *Sonata pentru pian în Mi minor* de Beethoven. Este în partitura originală, scrisă de mâna compozitorului? In partitura tipărită? In oricare

interpretare - sau poate în suma tuturor interpretărilor, istorice şi potenţiale, reale sau imaginare?

Tremolourile şi sincopele scrise cu cerneală pe hârtie nu sunt muzica. Muzica nu este o serie de unde care străbat aerul; nici şanţuri gravate în vinii sau biţi arşi pe CD-uri; nici măcar simfoniile neuronale stârnite în creierul ascultătorului. Muzica este informaţia. Tot astfel, perechile de bază ale ADN-ului nu sunt gene. Ele codifică gene. Genele însele sunt făcute din biţi.

11

IN BAZINUL MEMELOR

(ÎMI PARAZITEZI CREIERUL)

Atunci când meditez asupra memelor, mă descopăr adesea reprezentându-mi o efemeră şi intermitentă structură de scântei, sărind din creier în creier şi strigând: “Eu, eu!”.1

- Douglas Hofstadter (1983)

“Acum, prin chiar universalitatea structurilor sale, începând cu codul, biosfera pare a fi produsul unui eveniment unic”, a scris Jacques Monod în 1970. “Universul nu a fost însărcinat cu viaţă, nici biosfera cu omul. Numărul nostru a ieşit la ruleta din Monte Carlo. E de mirare dacă, aidoma cuiva care tocmai a câştigat un milion la cazinou, ne simţim puţin ciudaţi şi puţin ireali?”2

Monod, biologul parizian care a împărţit premiul Nobel pentru explicarea rolului de mesager al ARN în transferul informaţiei genetice, nu era singurul care gândea biosfera ca fiind mai mult decât un spaţiu teoretic: o entitate, compusă din toate formele de viaţă, simple şi complexe, mustind de informaţii, replicându-se şi evoluând, codificând de la un nivel de abstracţiune la următorul. Această viziune asupra vieţii era mai abstractă - mai matematică - decât orice şi-ar fi închipuit Darwin, însă el i-ar fi recunoscut principiile de bază. Selecţia naturală dirijează întregul spectacol. Acum, biologii, după ce au absorbit metodele şi vocabularul ştiinţei comunicării, au mers mai departe,

venind cu propriile lor contribuţii la înţelegerea informaţiei însăşi. Monod a propus o analogie: exact aşa cum biosfera stă pe lumea materiei neînsufleţite, tot astfel o "împărăţie abstractă" se ridică deasupra biosferei. Locuitorii acestei împărăţii? Idei.

Ideile au păstrat unele dintre proprietăţile organismelor. Ca şi acestea, ele tind să-şi perpetueze structura şi să se înmulţească; şi ele pot să fuzioneze, să se recombine, să-şi separe conţinutul; într-adevăr, ele pot să evolueze şi, în această evoluţie, selecţia trebuie să joace cu siguranţă un rol important.3

Ideile au "forţă de răspândire", nota el, "ca şi cum ar fi infecţioase" - şi unele mai mult decât altele. Un exemplu de idee infecţioasă ar putea fi o ideologie religioasă, care pune stăpânire pe un grup numeros de oameni. Neurofiziologul american Roger Sperry enunţase o idee similară cu câţiva ani mai devreme, argumentând că ideile sunt "tot atât de reale" ca şi neuronii în care locuiesc. Ideile au putere, a spus el.

Ideile dau naştere la idei şi contribuie la evoluţia altor idei. Ele interacţionează între ele şi cu alte forţe mentale din acelaşi creier, din creieri apropiaţi şi, mulţumită comunicării globale, din creieri aflăţi la mare, foarte mare distanţă. Şi ele interacţionează, totodată, cu împrejurările externe pentru a produce în ansamblu un avans exploziv al evoluţiei, care se află de departe dincolo de orice s-a ivit până acum pe scena evoluţionară.

Nu mă voi hazarda să emit o teorie privind selecţia ideilor.4

Nici nu era nevoie. Alţii doreau să se hazardeze.

Richard Dawkins a făcut propria sa conexiune între evoluţia genelor şi evoluţia ideilor. Actorul lui esenţial era replicatorul şi abia conta dacă replicatorii erau făcuţi din acid nucleic. Regula lui este: "întreaga viaţă evoluează prin supravieţuirea diferenţială a entităţilor replicante". Oriunde există viaţă, trebuie să existe replicatori. Poate că, în alte

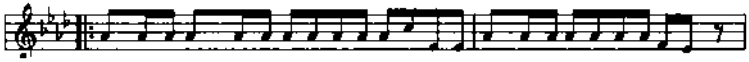
lumi, replicatorii s-ar putea naşte dintr-o chimie bazată pe siliciu - sau pe niciun fel de chimie.

Ce ar însemna pentru un replicator să existe fără chimie? “Cred că un nou tip de replicator a apărut recent pe această planetă”, a proclamat el la sfârşitul primei sale cărţi, din 1976. “Ne priveşte în faţă. Este încă în copilărie, încă plutind în derivă, neîndemânatic, în supa sa primordială, însă deja realizează schimbări evolutionäre într-un ritm care lasă gâfâind mult în urmă bătrâna genă.”5 Acea “supă” este cultura umană; vectorul de transmitere este limbajul; iar spaţiul de împerechere este creierul.

Pentru acest replicator incorporai, Dawkins a propus un nume. El l-a numit *memă* şi a devenit invenţia lui memorabilă, cu mult mai influentă decât genele sale egoiste sau prozelitismul său antireligiös de mai târziu. “Memele se propagă în bazinul de meme sărind din creier în creier prin intermediul unui proces care, în sens larg, poate fi numit imitaţie”, a scris el. Ele concurează unele cu celelalte pentru resurse limitate: timp de creier sau lărgime de creier. Ele concurează mai ales pentru *atenţie*. De exemplu:

Idei. Dacă o idee se naşte o singură dată sau reapare de mai multe ori, ea poate să prospere în bazinul de meme sau poate să se împuţineze şi să dispară. Credinţa în Dumnezeu este un exemplu pe care-l oferă Dawkins - o idee străveche, replicându-se nu doar în cuvinte, ci şi în muzică şi în artă. Credinţa că Pământul gravitează în jurul Soarelui este nu mai puţin o memă, concurând cu altele pentru a supravieţui. (Adevărul poate fi o calitate utilă unei meme, dar nu e decât una printre multe altele.)

Melodii. Această melodie s-a răspândit timp de secole pe cuprinsul mai multor continente. Această melodie însă,



una notorie, deşi de mai scurtă durată invadatoare a creierilor, a cucerit o imensă populaţie mult mai rapid.

Fraze memorabile. Un fragment de text, “Ce-a meşterit Dumnezeu?”, a apărut devreme şi s-a răspândit rapid în mai multe mediumuri. Un altul, “Citeşte-mi pe buze”, şi-a croit un traseu aparte în America de la sfârşitul secolului XX. “Supravieţuirea celor mai bine adaptaţi” este o memă care, la fel ca şi alte meme, a suferit mutaţii teribile (“supravieţuirea celor mai graşi”; “supravieţuirea celor mai bolnavi”; “supravieţuirea celor mai şmecheri”; “supravieţuirea celor mai ridicoli”;.. .).[59]

Imagini. în timpul vieţii lui Isaac Newton, doar câteva mii de oameni aveau idee de felul cum arăta, deşi era unul dintre cei mai celebri bărbaţi ai Angliei, pe când acum, milioane de oameni au o idee cât se poate de clară - bazată pe multiplicarea de copii mai degrabă decât pe nişte portrete prost pictate. Şi mai universale şi indelebile sunt zâmbetul *Monei Lisa*, *Ţipătul* lui Edvard Munch şi siluetele diferiţilor extratereştri

din filmele de ficţiune. Acestea sunt meme, trăind o viată a lor proprie, independentă de orice realitate fizică. “Poate că nu aşa arăta George Washington pe vremea lui”, a fost auzit spunând un ghid despre pictura lui Gilbert Stuart de la Muzeul de Artă Metropolitan, “dar aşa arată el acum”.6 Exact.

Memele se nasc în creieri şi călătoresc în afară, stabilind capete de pod pe hârtie, celuloid, siliciu şi oriunde în altă parte unde informaţia poate să ajungă. Ele nu trebuie să fie gândite ca nişte particule elementare, ci ca nişte

59 în original: „What hath God wrought?"; „Read my lips" - cu sensul de ceea ce auzi și vezi, crede-mă; „Survival of the fittest" - frază ce rezumă una dintre concluziile teoriei evoluționiste a lui Charles Darwin - devine, prin compatibilități și aluzii fonetice care nu pot fi transpuse sugestiv în limba română: „Survival of the fattest - sickest - fakest - twittest" (n.t).

organisme. Numărul trei nu este o memă; nici culoarea albastru, nici un simplu gând, nu mai mult decât o singură nucleotidă poate fi o genă. Memele sunt unităţi complexe, distincte şi memorabile - unităţi cu forţă de a rămâne. De asemenea, un obiect nu este o memă. Hula hoop nu este o memă; este făcut din plastic, nu din biţi. Când această speţă de jucărie s-a răspândit în toată lumea ca o epidemie dementă în 1958, era produsul, manifestarea fizică a unei meme sau a unor meme: setea de hula hoops; setul de îndemânări presupuse de hula hooping: balans, legănat şi învârtit. Hula hoopul ca atare este un vehicul de memă. Tot astfel, în această privinţă, este fiecare hula hooper - un vehicul izbitor de eficient, în sensul clar explicat de către filosoful Daniel Dennett: “O căruţă cu roţi cu spiţe nu transportă numai grâne sau mărfuri din loc în loc; ea transportă ideea strălucită a unei căruţe cu roţi cu spiţe dintr-o minte în alta”.7 Hula hooperii fac acest lucru pentru memele hula hoopului - iar în 1957 ele au găsit un nou vector de transmitere, programele de televiziune, expediind mesajele sale nemăsurat mai repede şi mai departe decât orice căruţă. Imaginea mişcătoare a hula hooperului a sedus noi minţi cu sutele, apoi cu miile şi apoi cu milioanele. Mema nu este dansatorul, ci dansul.

Noi suntem vehiculele lor şi factorii care le fac posibile. în cea mai mare parte a istoriei noastre biologice, ele au avut o existenţă trecătoare: principalul mod de transmitere era unul numit “din gură în gură”. Mai târziu, totuşi, ele au reuşit să se lipească de substanţe solide: tăbliţe de lut, pereţi de peşteri, foi de hârtie. Ele dobândesc longevitate prin creioanele şi tiparniţele noastre, prin benzi magnetice şi discuri optice. Se răspândesc prin intermediul turnurilor de televiziune şi al reţelelor digitale. Memele pot fi poveşti, reţete, abilităţi, legende şi mode. Noi le copiem, fiecare la rândul său. Alternativ, din perspectiva memocentrică a lui Dawkins, ele se copiază pe ele însele. La început, unii dintre cititorii lui Dawkins s-au întrebat cât de literal să ia această

afirmaţie. Avea el de gând să le atribuie memelor dorinţe, intenţii şi scopuri antropomorfice? Era vorba iar despre gena egoistă. (Salvă de tun tipică: “Genele nu pot fi egoiste sau neegoiste, nu mai mult decât pot fi atomii geloşi, elefanţii abstracţi sau biscuiţii teleologici”.8 Replică tipică: o reamintire a faptului că *egoismul* este definit de către genetician drept tendinţa de a spori şansele unuia de supravieţuire faţă de concurenţii săi.)

Felul de a vorbi la care recurge Dawkins nu voia să sugereze că memele sunt actori conştienţi, ci numai că ele sunt entităţi cu interese, care pot fi urmărite prin selecţie naturală. Interesele lor nu sunt interesele noastre. “O memă”, spune Dennett, “este un pachet de informaţii cu tupeu”.9 Atunci când spunem *a lupta pentru un principiu* sau *a muri pentru o idee*, putem să ne exprimăm mai literal decât ne dăm seama. “Să mori pentru o idee; este fără discuţie nobil”, a scris H.L. Mencken. “Dar cu cât mai nobil ar fi dacă oamenii ar muri pentru idei care sunt adevărate!”10

Croitor, *căldărar*, *soldat*, *marinar* [60] Rima şi ritmul îi ajută pe oameni să memoreze biţi din text. Sau: rima şi ritmul ajută biţii textului să fie memoraţi. Rima şi ritmul sunt calităţi care contribuie la supravieţuirea unei meme, aşa cum forţa şi viteza contribuie la supravieţuirea animalului. Limbajul structurat aduce un avantaj evolutionär. Rima, ritmul şi sensul - pentru că sensul, la rândul său, este o formă de structură. *Mi s-a promis odată sens* în *a mea rimă*; *de-atunci şi până azi*, *am aşteptat intens*, *dar n-am primit nici rimă şi nici sens*.*11*

Ca şi genele, memele au efecte asupra lumii largi dincolo de ele însele: efecte fenotipice. în unele cazuri (mema pentru aprinderea focului; pentru purtarea de veşminte; pentru reînvierea lui Isus), efectele pot fi cu adevărat

60 în original: Tinker, tailor, soldier, sailor - Căldărar, croitor, soldat, marinar, cântec copilăresc, menit a-i învăța pe copii diferitele meserii - un fel de Ala bala portocala (n.t.).

puternice. Pe măsură ce ele îşi propagă influenţa asupra lumii, memele influenţează astfel condiţiile ce afectează propriile lor şanse de supravieţuire. Mema sau memele ce compun codul Morse au avut puternice efecte de feedback pozitiv. “Cred că, date fiind condiţiile potrivite, replicatorii se adună automat pentru a crea sisteme sau maşini, care le transportă de colo colo şi lucrează spre a favoriza replicarea lor continuă”, a scris Dawkins.12 Unele meme aduc beneficii evidente gazdelor lor umane (“uită-te înainte să sari”, cunoştinţele de resuscitare pulmonară, deprinderea spălatului pe mâini înainte de a găti), dar succesul memetic şi succesul genetic nu sunt acelaşi lucru. Memele se pot replica cu impresionantă virulenţă, lăsând în urma lor brazde de pagube colaterale - medicamente patentate şi chirurgie psihică, astrologie şi satanism, mituri rasiste, superstiţii şi (un caz special) viruşi informatici. Intr-un anume sens, acestea sunt cele mai interesante - memele care prosperă în detrimentul gazdelor lor, precum ideea că teroriştii sinucigaşi îşi vor primi răsplata în ceruri.

Atunci când Dawkins a fluturat prima oară *mema* memă, Nicholas Humphrey, un psiholog evoluţionist, a spus imediat că aceste entităţi trebuie considerate “structuri vii, nu numai metaforic, ci şi din punct de vedere tehnic”;

Atunci când plantezi o memă fertilă în mintea mea, tu literalmenteîmi parazitezi creierul, transformându-l într-un vehicul de propagare a memei exact aşa cum un virus poate să paraziteze mecanismul genetic al unei celule gazdă. Şi acesta nu-i doar un mod de a vorbi - mema pentru, să zicem, “credinţa în viaţa de după moarte” se realizează efectiv sub aspect fizic, de milioane de ori, ca o structură în sistemele nervoase ale unor bărbaţi individuali din toată lumea.13

Majoritatea primilor cititori ai *Genei egoiste* au trecut peste meme ca peste nişte gânduri secunde fanteziste, dar pionierul etologiei, W.D. Hamilton, recenzând cartea pentru revista *Science*, s-a aventurat să emită această predicţie:

Oricât de greu ar fi de delimitat acest termen - cu siguranţă trebuie să fie mai greu decât gena, care stă destul de rău -, bănuiesc că va deveni curând de uz comun pentru biologi şi, se poate spera, pentru filosofi, lingvişti şi alţii, putând fi absorbit tot atât de mult pe cât a fost cuvântul “genă” în limba vieţii cotidiene.13

Memele puteau să călătorească fără cuvinte chiar înainte de naşterea limbajului. Simpla mimică este suficientă pentru replicarea cunoaşterii - cum să ciopleşti un vârf de săgeată ori să aprinzi focul. Printre animale, se ştie că cimpanzeii şi gorilele îşi însuşesc comportamente prin imitaţie. Unele specii de păsări cântătoare învaţă cântecele lor, sau cel puţin variante de cântece, după ce le-au auzit de la păsările din vecinătate (sau, mai recent, de la ornitologii cu audio-playere). Păsările dezvoltă repertorii de cântece şi dialecte melodice - pe scurt, ele prezintă o *cultură* muzicală care precede cultura umană cu eoni.14 Fără a ţine seama de aceste cazuri speciale, pentru cea mai mare parte din istoria omenirii”, memele şi limbajul au mers mână în mână. (Clişeele sunt meme.) Limbajul serveşte drept primul catalizator al culturii. El depăşește simpla imitaţie, răspândind cunoaşterea prin abstractizare şi codificare.

Poate că analogia cu boala era inevitabilă. înainte să se fi înţeles ceva din epidemiologie, limbajul său a fost aplicat unor specii de informaţii. O emoţie poate fi *molipsitoare*, o melodie *se ia*, un obicei poate fi *contagios*. “Din privire în privire, contagioasă în mulţime / Panica se-ntinde”15, a scris poetul James Thomson în 1730. Şi pofta trupească la fel, potrivit lui Milton: “Eva, ai cărei ochi săgetau contagioase flăcări”.16 Dar numai în noul mileniu, în vremea transmisiei electronice globale, identificarea a devenit a doua natură. A noastră este epoca viralităţii: educaţie virală, marketing viral, e-mail şi video viral. Cercetătorii care studiază intemetul ca medium - crowd-

sourcing[61], atenţia colectivă, reţele de socializare şi alocarea de resurse - utilizează nu numai limbajul, ci şi principiile matematice ale epidemiologiei.

Unul dintre primii care au folosit termenii *text viral* şi *propoziţii virale* pare să fi fost un cititor al lui Dawkins, pe nume Stephen Walton din New York City, care coresponda, în 1981, cu Douglas Hofstadter. Gândind logic - poate în modalitatea unui computer -, Walton a propus propoziţii simple autoreplicante de genul "Spune-mă!", "Copiază-mă!" şi "Dacă mă copiezi, îţi voi îndeplini trei dorinţe!". Lui Hofstadter, pe atunci editorialist la *Scientific American*, termenul *text viral* i s-a părut chiar mai atractiv.

Ei bine, acum, propriul text viral al lui Walton, după cum puteţi vedea cu ochii dumneavoastră, a reuşit să rechiziţioneze facilităţile unei gazde foarte puternice - o întreagă revistă, o tipografie şi un serviciu de distribuţie. A sărit la bord şi acum - chiarîn timp ce citiţi această propoziţie virală - se propagă nebuneşte prin toată ideosfera!17

(La începutul anilor 1980, o revistă magazin cu un tiraj de 700 000 încă părea o platformă puternică de comunicare.) Hofstadter s-a declarat bucuros a fi el însuşi infectat de *mema* memă.

O sursă de rezistenţă - sau măcar de disconfort - era împingerea noastră, a oamenilor, undeva la periferie. Era destul de rău a spune că o persoană este numai un mod prin care genele fac mai multe gene. Acum, oamenii trebuie să fie consideraţi, pe deasupra, nişte vehicule de propagare a memelor. Nimănui nu-i place să fie considerat o marionetă. Dennett a rezumat problema astfel: "Nu te cunosc, însă din start nu mă atrage ideea potrivit căreia creierul meu este un soi de grămadă de bălegar în care

61 Crowdsourcing - atribuirea unor sarcini, tradițional revenind unui angajat sau contractor, către o comunitate largă (crowd = mulțime). Termenul are certe afinități cu outsourcing - externalizarea unor servicii către indivizi sau contractori din afara unei organizații (n.t.).

larvele ideilor altora se regenerează, înainte de a-şi trimite copiile într-o diaspora informală... . Cine conduce, potrivit acestei viziuni - noi sau memele noastre?”.18

El a răspuns propriei întrebări amintindu-ne că, ne place sau nu, rareori suntem “la comanda” propriilor noastre minţi. Putea să-l citeze pe Freud; l-a citat în schimb pe Mozart (sau aşa a crezut el):

Noaptea, când nu pot să dorm, gânduri mi se înghesuie în minte..De unde şi cum vin ele? Nu ştiu şi nu am nimic de-a face cu asta. Pe cele care-mi plac le păstrez în minte şi le fredonez.

Ulterior, Dennett a aflat că acest bine-cunoscut citat nu-i aparţinea, până la urmă, lui Mozart. Căpătase o viaţă proprie; era o memă de real succes.

Pentru oricine a fost prins de ideea memelor, peisajul se schimba mai rapid decât îşi imaginase Dawkins că ar fi fost posibil în 1976, când a scris: “Computerele în care trăiesc memele sunt creierii umani”.19 In 1989, momentul celei de-a doua ediţii a *Genei egoiste*, după ce devenise el însuşi un adept al programării, a trebuit să revină cu următorul amendament: “Era evident previzibil că şi computerele electronice fabricate vor fi, în cele din urmă, gazde ale unor structuri informaţionale autoreplicante”. Informaţia trecea de la un computer la altul “atunci când proprietarii lor fac schimb de floppy discuri” şi el mai putea zări un alt fenomen la orizont: computerele se conectau în reţele. “Multe dintre ele”, a scris el, “sunt literalmente conectate în schimburi de mesaje prin poşta electronică....Este un mediu perfect în care să înflorească programe autoreplicante”.20 Intr-adevăr, intemetul era în chinurile facerii. El furniza memelor nu numai un mediu de cultură bogat în nutrienţi; el dădea, totodată, aripi *ideii* de meme. însăşi *mema* a devenit rapid un cuvânt la modă pe internet. Conştientizarea memelor s-a îngrijit de răspândirea lor.

Un exemplu notoriu de memă care nu ar fi putut să apară în cultura anterioară intemetului a fost fraza “jumped the

shark” - “a sărit peste rechin”. Bucla autoreferenţială a caracterizat fiecare fază a existenţei sale. A sări peste rechin înseamnă a trece de vârful calităţii sau al popularităţii şi a începe un declin ireversibil. Se crede că fraza a fost folosită pentru prima oară în 1985 de către un student, pe nume Sean Connolly, cu referire la un anumit serial de televiziune.[62] Originea frazei necesită o oarecare cantitate de explicaţii, fără de care, iniţial, ar fi fost de neînţeles. Probabil din acest motiv, nu există nicio utilizare înregistrată până în 1997, când colegul de cameră al lui Connoly, Jon Hein, a înregistrat denumirea *jumptheshark.com* şi a creat un web site dedicat promovării sale. Web site-ul a prezentat curând o listă de întrebări puse frecvent:

întrebare: Jump the shark” îşi are originea în acest web site sau aţi creat site-ul ca să capitalizaţi această frază?

Răspuns: Acest site a fost lansat pe 24 decembrie 1997 şi a dat naştere frazei Jump the shark” Pe măsură ce site-ul creşte în popularitate, termenul a devenit tot mai mult un loc comun. Site-ul este găina, oul şi acum un *Catch-22*.[63]

S-a răspândit în media mai tradiţională în anul următor; Maureen Dowd i-a dedicat, în 2001, un editorial pentru a-i da o explicaţie în *The New York Times*; în 2003, editorialistul pe teme de limbaj al aceluiaşi ziar, William Safire, a numit expresia “fraza anului în cultura populară”; curând după aceea, lumea folosea fraza în vorbire şi în texte tipărite fără să mai conştientizeze - nici urmă de ghilimele sau explicaţii - şi, până la urmă, în mod inevitabil, diferiţi comentatori

62 E vorba de serialul Happy Days; în episodul inaugural al celui de-al cincilea sezon (1977), un practicanta! schiului nautic din Los Angeles face un salt peste un rechin închis într-un țarc, pentru a-și dovedi curajul. Connoly a considerat că acesta a fost momentul de culme al serialului, după care acesta a început să-și piardă din calitate, prospețime a ideilor și, implicit, din audiență (n.t.).

63 Catch-22 este un roman istorico-satiric, publicat de către Joseph Heller în 1961; prin conținutul de idei și tehnica literară, este considerat în America una dintre marile creații literare ale secolului XX (n.t.).

culturali au pus întrebarea:,,«A sărit rechinul» săritura peste rechin?" ("De acord, Jump the Shark este un concept cultural sclipitor. Dar acum, afurisita asta de expresie e peste tot.") Ca orice memă bună, a dat naştere unor mutaţii. Articolul "jumping the shark" din Wikipedia recomanda în 2009: "Vedeţi şi: *jumping the couch* - a sări canapeaua; *nuking the fridge* - a da cu bomba nucleară în frigider".

Este aceasta ştiinţă? In editorialul său din 1983, Hofstadter a propus evidenta etichetă memetică pentru o astfel de disciplină: *memetică*. Studiul memelor a atras cercetători din domenii foarte îndepărtate, precum informatica şi microbiologia. în bioinformatică, scrisorile în lanţ[64] sunt un obiect de studiu. Ele sunt meme; ele au o istorie evoluţionară. însuşi scopul unei scrisori de acest tip este replicarea ei; orice altceva ar mai putea spune o scrisoare în lanţ, ea încorporează un mesaj: *Copiază-mă*. Un cercetător al evoluţiei scrisorilor în lanţ, Daniel W. VanArsdale, a listat multe variante de scrisori în lanţ şi chiar texte mai timpurii: "Faceţi şapte copii exact aşa cum a fost scrisă" [1902]; "Copiaţi în totalitate şi trimiteţi către nouă prieteni" [1923]; "Şi dacă oricine va şterge ceva din cuvintele acestei cărţi de profeţii, Dumnezeu va şterge partea lui din cartea vieţii" [Apocalipsa 22:19].21 Scrisorile în lanţ au înflorit cu ajutorul unei noi tehnologii din secolul al XIX-lea: "hârtia carbonică", pusă ca într-un sandvici între foi de scris suprapuse. Apoi, hârtia carbonică a stabilit un parteneriat simbiotic cu altă tehnologie, maşina de scris. Izbucniri virale de scrisori în lanţ au avut loc de-a lungul întregului secol XX.

"O neobişnuită scrisoare în lanţ a ajuns la Quincy spre sfârşitul anului 1933", a scris un istoric local din Illinois.

64 în original, chain letters-, e vorba despre expedierea unor mesaje cu speranța că receptorii lor le vor comunica, la rândul lor, mai departe, ceea ce duce la o creștere exponențială a numărului celor la care ajung mesajele (n.t.).

“Moda scrisorilor în lanţ a manifestat atât de rapid simptomele isteriei în masă şi s-a răspândit în Statele Unite, încât, în 1935-1936, Departamentul Poştei, ca şi agenţiile de sondare a opiniei publice au fost nevoite să ia măsuri pentru a potoli mişcarea.” El a furnizat o mostră - o memă ce îşi motiva purtătorii săi umani cu promisiuni şi ameninţări:

Noi credem în Dumnezeu. El ne împlineşte nevoile.

Mrs. F. Streuzel Mich.

Mrs. A. Ford.Chicago, III.

Mrs. K. Adkins..Chicago, III.

Copiaţi numele de mai sus, ştergând primul nume. Adăugaţi numele vostru la sfârşit. Trimiteţi prin poştă către cinci persoane cărora le doriţi prosperitate. Lanţul a fost iniţiat de către un Colonel american şi scrisoarea trebuie să fie expediată în 24 de ore de la primirea ei. Aceasta vă va aduce prosperitate în timp de 9 zile de la expediere.

Mrs. Sanford a câştigat 3 000 de dolari, Mrs. Andres a câştigat 1000 de dolari.

Mrs. Howe care a rupt lanţul a pierdut tot ce avea.

Lanţul îşi sporeşte forţa odată cu veştile aşteptate.

NU RUPEŢI LANŢUL.22

Două tehnologii ulterioare, atunci când utilizarea lor s-a răspândit, au furnizat creşteri în ordine de mărime ale fecundităţii scrisorilor în lanţ: fotocopierea (c. 1950) şi e-mailul (c. 1995). O echipă de informaticieni - Charles H. Bennett de la IBM din New York şi Ming Li şi Bin Ma din Ontario, Canada -, inspiraţi de o conversaţie întâmplătoare în timpul unei excursii prin munţii din Hong Kong, au început o analiză a unui set de scrisori în lanţ colecționate în timpul erei fotocopierii. Aveau treizeci şi trei, toate variante ale unei singure scrisori, cu mutaţii sub formă de greşeli de ortografie, omisiuni, cuvinte şi fraze inversate. “Aceste scrisori au trecut din gazdă în gazdă, suferind mutaţii şi evoluând”, au raportat ei.

Ca o genă, lungimea lor medie este de aproximativ 2 000 de caractere. Ca un virus puternic, scrisoarea ameninţă să te ucidă şi te face să o transmiţi “prietenilor şi asociaţilor” - o variaţiune a acestei scrisori a ajuns probabil la milioane de oameni. Ca o trăsătură moştenită, ea promite beneficii pentru tine şi pentru cei cărora le-o transmiţi mai departe. Ca şi genomurile, scrisorile în lanţ suferă selecţia naturală şi uneori părţi din ele sunt transferateîntre “specii” coexistente.23

Trecând dincolo de aceste metafore atrăgătoare, ele au stabilit utilizarea scrisorilor ca pe un “banc de probe” pentru algoritmi folosiţi în biologia evoluţionistă. Algoritmii erau proiectaţi să ia genoamele diferitelor vieţuitoare modeme şi să meargă înapoi, prin inferenţă şi deducţie, pentru a le reconstrui filogenia - arborii lor evolutionary Dacă aceste metode matematice au funcţionat în cazul genelor, au sugerat savanţii, ele ar trebui să funcţioneze şi în cazul scrisorilor în lanţ. In ambele cazuri, cercetătorii erau capabili să verifice rata mutaţiilor şi să măsoare gradul lor de înrudire.

Şi totuşi, majoritatea elementelor culturii se schimbă şi se estompează prea uşor pentru a se califica drept nişte replicatori stabili. Ele sunt rareori atât de precis fixate în comparaţie cu o secvenţă de ADN. însuşi Dawkins a subliniat că nu şi-a imaginat niciodată nimic de genul unei ştiinţe a memeticii. O revistă cu consultanţi, *Journal of Memetics* a luat fiinţă în 1997 - publicată ordine, fireşte - şi a dispărut după opt ani cheltuiţi, parţial, într-o dezbatere despre sine, privind statutul, misiunea şi terminologia. Chiar în comparaţie cu genele, memele sunt greu de matematizat şi chiar de definit riguros. Astfel încât analogia genă-memă provoacă disconfort, iar analogia genetică-memetică încă şi mai mult. Genele au cel puţin un temei în substanţa fizică. Memele sunt abstracte, intangibile şi nemăsurabile. Replicarea genelor se face cu o aproape perfectă fidelitate, iar evoluţia se bazează pe acest fapt: o oarecare variaţie

este esenţială, însă mutaţiile trebuie să fie rare. Memele sunt rareori copiate exact; graniţele lor sunt întotdeauna vagi şi ele suferă mutaţii frenetice, care ar fi fatale în biologie. Termenul *memă* se poate aplica unui suspect corn al abundenţei de entităţi, de la mici la mari. Pentru Dennett, primele patru note din *Simfonia a V-a* de Beethoven sunt "clar" o memă, la fel ca şi *Odiseea* lui Homer (sau cel puţin *ideea* de *Odisee*), roata, antisemitismul şi scrierea.24 "Memele încă nu şi-au găsit un Watson şi un Crick al lor", a spus Dawkins; "lor le lipseşte chiar şi un Mendel al lor".25

Totuşi, iată-le că sunt. Pe măsură ce arcul fluxului de informaţie se înclină spre o mereu sporită conectivitate, memele evoluează mai repede şi se răspândesc tot mai departe. Prezenţa lor este simţită, dacă nu văzută în comportamentul de turmă şi în migraţia bancurilor de peşti, în cascade informaţionale şi bule financiare. Regimurile alimentare cresc şi scad în popularitate, chiar numele lor devenind sloganuri - dieta South Beach şi dieta Atkins, dieta Scarsdale, dieta Cookie şi dieta Beţivului, toate multiplicându-se conform unei dinamici despre care ştiinţa nutriţiei nu are nimic de spus. Practica medicală, de asemenea, cunoaşte experienţa "maniilor chirurgicale" şi "iatroepidemii" - epidemii cauzate de mode ale tratamentului - precum iatroepidemia tonsilectomiilor[65] la copii, care a măturat Statele Unite şi părţi ale Europei la jumătatea secolului XX, fără niciun beneficiu medical în plus faţă de circumcizia rituală. Memele au fost văzute prin geamurile maşinilor atunci când, în 1984, au apărut pătratele galbene cu semnalul baby on board [Copil la bord] ca într-o criză de panică în masă, urmată imediat de o explozie de mutaţii ironice (baby i'm bored, ex in trunk).[66]

65 „Iatrogenie" - boală indusă de tratamentul medical (iatros = medic, în greceşte); tonsilectomie sau amigdalectomie - extirparea preventivă a amigdalelor (n.t.).

66 „Baby, sunt plictisit"; „Fosta soție / fostul soț în portbagaj" (n.t.).

Memele s-au făcut simţite atunci când discursul global a fost dominat în ultimii ani ai mileniului de credinţa că toate computerele din lume se vor bâlbâi şi se vor îneca atunci când ceasurile lor interne vor atinge un anumit număr rotund.

In competiţia pentru spaţiu, în creierii noştri şi în cultura noastră, combatanţii reali sunt mesajele. Noile viziuni piezişe, răsucite despre gene şi meme ne-au îmbogăţit. Ne-au dăruit paradoxuri pe care să le scriem pe benzi Möbius. “Lumea umană este alcătuită din istorii, nu din oameni”, scrie David Mitchell. “Oamenii despre care istoriile îşi povestesc lor înşile nu sunt de condamnat.”26 Margaret Atwood scrie: “La fel ca şi cunoaşterea, odată ce o capeţi, nu-ţi poţi imagina cum de nu ai ştiut înainte. Ca şi magia de scenă, cunoaşterea înainte de-a o fi căpătat a avut loc chiar în faţa ochilor tăi, dar tu te uitai în altă parte”.27 In apropierea morţii, John Updike reflectează:

O viaţă picurată în cuvinte - aparentă risipă făcută cu intenţia de-a păstra lucrul consumat.28

Fred Dretske, un filosof al spiritului şi al cunoaşterii, scria în 1981: “La început a fost informaţia. Cuvântul a venit pe urmă”. El a mai adăugat această explicaţie: “Tranziţia a fost realizată prin dezvoltarea organismelor cu capacitatea de a exploata selectiv această informaţie pentru a supravieţui şi perpetua genul lor”.29 Acum, noi am putea să adăugăm, datorită lui Dawkins, că tranziţia s-a realizat de către informaţia însăşi, supravieţuind, perpetuându-şi genul său şi exploatând selectiv organismele.

Cea mai mare parte a biosferei nu poate să vadă infosfera; este invizibilă, un univers paralel, zumzăind de locuitori fantomatici. Dar ei nu sunt nişte fantome pentru noi - nu mai sunt de acum încolo. Noi oamenii, singuri printre creaturile organice ale pământului, trăim simultan în ambele lumi. E ca şi cum, după ce am coexistat mult timp cu nevăzutul, am început să ne dezvoltăm percepţia extrasenzorială. Suntem conştienţi de numeroasele specii de informaţie.

Numim tipurile sale în mod sardonic, ca şi cum am dori să ne asigurăm pe noi înşine de faptul că înţelegem: *mituri urbane* şi *minciuni zombie*. Le păstrăm vii în ferme cu aer condiţionat ca pe nişte servitori. Dar nu le putem poseda. Atunci când un jingle ne susură pe la ureche sau când o marotă întoarce moda cu susul în jos, când o mistificare domină flecăreala globală luni de zile şi apoi dispare la fel de brusc pe cât s-a ivit, cine este stăpânul şi cine este sclavul?

SENSUL ACCIDENTALITAŢir
(ÎNTR-O STARE DE PĂCAT)

"Mă întreb", a spus ea. "E tot mai greu să vezi structurile, nu crezi?"1

- Michael Cunningham (2005)

în 1958, Gregory Chaitin, un elev precoce de unsprezece ani din New York, fiul unor emigranţi argentinieni, a găsit în bibliotecă o cărticică magică şi, o vreme, a purtat-o cu el peste tot, încercând să o explice altor copii - iar apoi, a trebuit să admită, încercând s-o înţeleagă el însuşi.2 Era *Demonstraţia lui Gödel* de Ernest Nagel şi James R. Newman. Dezvoltând un articol de *Scientific American*, ea trecea în revistă renaşterea logicii începută odată cu George Boole,- procesul de "cartografiere", codificând afirmaţii despre matematică în forma unor simboluri şi chiar a unor numere întregi; şi ideea metamatematicii, limbaj sistematizat *despre* matematică şi, prin urmare, *dincolo de* matematică. Era o marfă mintoasă pentru băiat, care i-a urmărit pe autori de-a lungul simplificatei, dar riguroasei lor expuneri a "uimitoarei şi melancolicei"3 demonstraţii a lui Gödel, potrivit căreia matematica formală nu poate fi niciodată eliberată de autocontradicţie.

* în original: "The Sense of Randomness""; "random" înseamnă accidental, întâmplător, fortuit, hazardat sau aleatoriu. După cum am arătat într-o notă anterioară, abstractizarea cuvintelor din limba română se face neregulat şi, câteodată, este practic imposibilă (sau, mai

curând, inacceptabilă din cauza stridenţei termenilor derivaţi). Dintre posibilele traduceri ale termenului “randomness”, numai “accidentalitate” ne stă la îndemână - întâmplătoritate, hazardualitate sau aleatorietate ieşind practic din discuţie. Dar, pe parcursul capitolului, se vorbeşte mai tot timpul despre “random numbers”, ceea ce s-ar traduce mai puţin convingător prin “numereîntâmplătoare” sau “numere accidentale”; mult mai pe placul matematicienilor este expresia “numere aleatorii”. Din acest motiv, în funcţie de context, am tradus “randomness” prin “accidentalitate” şi “random” prin “aleatoriu” (n.t.).

Vastul corp al matematicii practicate la acea vreme nu ţinea câtuşi de puţin seama de demonstraţia lui Gödel. Deşi incompletitudinea matematicii era, cu siguranţă, uimitoare, ea părea cumva accidentală - necontribuind cu nimic la munca utilă a matematicienilor, care au mers mai departe, făcând descoperiri şi demonstrând teoreme. Dar minţile filosofice au rămas adânc tulburate de ea, şi aceştia erau genul de oameni pe care lui Chaitin îi plăcea să-i citească. Unul era John von Neumann - care fusese acolo chiar de la început, la Königsberg în 1930 şi apoi, în Statele Unite, a jucat rolul central în dezvoltarea calculului automat şi a teoriei acestuia. Pentru von Neumann, demonstraţia lui Gödel era un punct fără întoarcere:

Era o foarte serioasă criză conceptuală, având de-a face cu rigoarea şi cu modul adecvat de a duce la capăt o demonstraţie matematică corectă. în perspectiva ideilor anterioare despre absoluta rigoare a matematicii, este surprinzător că un asemenea lucru s-a putut întâmpla şi, încă mai surprinzător, că s-a putut întâmpla în aceste zile din urmă, când se presupune că miracolele nu ne putem aştepta să aibă loc. Şi totuşi, s-a întâmplat.4

De ce?, a vrut să ştie Chaitin. El s-a întrebat dacă, la un anumit nivel, incompletitudinea lui Gödel ar putea fi conectată cu acel nou principiu al fizicii cuantice,

incertitudinea, care avea un parfum întrucâtva asemănător.5 Mai târziu, adultul Chaitin a avut şansa de a-i pune această întrebare oracularului John Archibald Wheeler. Era incompletitudinea lui Gödel înrudită cu incertitudinea lui Heisenberg? Wheeler i-a răspuns că el îi pusese exact aceeaşi întrebare chiar lui Gödel, în biroul acestuia de la Institutul pentru Studii Avansate - Gödel, cu picioarele învelite într-o pătură şi un calorifer electric, strălucind fierbinte pe fundalul suflului de gheaţă al iernii. Gödel a refuzat să răspundă. în acest fel, Wheeler a refuzat şi el să-i răspundă lui Chaitin.

Atunci când Chaitin a dat peste demonstraţia lui Turing privind incalculabilitatea, s-a gândit că aceasta trebuie să fie cheia. A găsit, de asemenea, cartea lui Shannon şi Weaver, *Teoria matematică a comunicării*, şi a fost izbit de reformularea aparent răsturnată pe care o dădea entropiei: o entropie de biţi, măsurând informaţia pe de o parte şi dezordinea, pe de alta. Elementul comun era caracterul accidentalital, a gândit brusc Chaitin. Shannon lega accidentalitatea, în mod pervers, de informaţie. Fizicienii descoperiseră hazardul înăuntrul atomului - genul de hazard pe care îl căina Einstein, plângându-se de Dumnezeu şi de zaruri. Toţi aceşti eroi ai ştiinţei discutau despre sau în legătură cu accidentalitatea.

Este un cuvânt simplu, *random* - accidental, întâmplător -, şi oricine ştie ce înseamnă. Oricine, adică nimeni. Filosofii şi matematicienii au făcut eforturi nesfârşite. Wheeler, cel puţin, spusese următoarele: “Probabilitatea, ca şi timpul, este un concept inventat de către oameni şi oamenii trebuie să poarte responsabilitatea pentru obscurităţile care o însoţesc”.6 Aruncarea unei monede nemăsluite este aleatorie, chiar dacă fiecare detaliu al traiectoriei banului poate fi determinat à la Newton. Dacă populaţia Franţei este un număr par sau impar, în orice moment determinat, este ceva întâmplător, dar populaţia Franţei în sine cu siguranţă *nu* este întâmplătoare: este un fapt definit, chiar

dacă incognoscibil.7 John Maynard Keynes a abordat accidentalitatea în termenii opuşilor săi, din care a ales trei: cunoaşterea, cauzalitatea şi proiectul. Ceea ce se ştie dinainte, determinat fiind de o cauză sau organizat conform unui plan, nu poate fi întâmplător.8

"Hazardul e doar măsura ignoranţei noastre", este celebra afirmaţie a lui Henri Poincaré. "Fenomenele fortuite sunt prin definiţie acelea ale căror legi nu le cunoaştem." Imediat el s-a dezis: "Este această definiţie foarte satisfăcătoare? Când primii păstori caldeeni urmăreau mişcările stelelor, ei încă nu cunoşteau legile astronomiei, însă le-ar fi trecut prin minte să spună că stelele se mişcă la întâmplare?".9 Pentru Poincaré, care a înţeles haosul mult timp înainte ca acesta să fi devenit o ştiinţă, exemplele de accidentalitate includeau fenomene precum împrăştierea picăturilor de ploaie, cauzele lor fizice fiind determinate, însă atât de numeroase şi de complexe încât să fie imprevizibile. In fizică - sau oriunde procesele naturale par imprevizibile -, aparenta accidentalitate poate fi zgomot sau poate să apară din anumite dinamici de profundă complexitate.

Ignoranţa este subiectivă. Este o calitate a observatorului. Probabil că accidentalitatea - dacă există cât de puţin - ar trebui să fie o calitate a lucrului însuşi. Scoţând oamenii din cadru, unora le-ar plăcea să spună că un eveniment, o alegere, o distribuţie, un joc sau, cel mai simplu, un număr sunt aleatorii.

Ideea unui număr aleatoriu este plină de dificultăţi. Poate să existe ceva precum un număr aleatoriu *particular*; un *anumit* număr aleatoriu? Acest număr este în mod discutabil, aleatoriu:

1009732533765201358634673548768095909117392927 4945...

Mai departe, el este special. Cu el începe o carte publicată în 1955, cu titlul *Un milion de numere aleatorii.10* RAND Corporation a generat cifrele cu ajutorul a ceea ce a fost

descris drept o ruletă electronică: un generator de impulsuri, care emitea 100 000 de impulsuri pe secundă, dirijate printr-un contor binar cu cinci poziţii, şi trecând apoi printr-un convertor binar-zecimal, depuse într-o cartelă perforată IBM şi printate pe un IBM model 856 Cardatype. Procesul a durat ani de zile. Când au fost testate numerele din prima serie, statisticienii au descoperit tendinţe semnificative: cifre, grupuri de cifre sau structuri de cifre care apăreau prea frecvent sau nu destul de frecvent. In cele din urmă, totuşi, tabelele au fost publicate. “Dată fiind însăşi natura tabelelor”, au spus strâmb editorii, “nu ni s-a părut necesară o corectură a fiecărei pagini din manuscrisul final, cu scopul de a găsi erorile accidentale al Cardatypului”.11

Cartea a avut o piaţă, deoarece savanţii aveau nevoie de numere aleatorii în vrac, pentru a le utiliza în proiectarea unor experimente corecte din punct de vedere statistic şi pentru a construi modele realiste ale sistemelor complexe. Noua metodă de simulare Monte Carlo folosea mostre aleatoare ca să modeleze fenomene ce nu se puteau rezolva analitic; simularea Monte Carlo a fost inventată şi numită de echipa lui von Neumann ce lucra la proiectul bombei atomice, încercând cu disperare să genereze numere aleatorii ca să poată calcula difuziunea neutronilor. Von Neumann şi-a dat seama că un computer mecanic, cu algoritmii săi determinişti şi capacitate finită de stocare, nu va putea niciodată să genereze numere cu adevărat aleatorii. El va trebui să se mulţumească cu numere *pseudoaleatorii*: numere generate în mod determinist care se comportau ca şi cum erau aleatorii. Erau suficient de aleatorii în scopuri practice. “Oricine ia în considerare metode aritmetice de producere a numerelor aleatorii este, desigur, în stare de păcat”, a spus von Neumann.12

Accidentalitatea poate fi definită în termeni de ordine - absenţa ei, de fapt. Această scurtă succesiune ordonată de numere cu greu poate fi numită “aleatorie”:

00000

Şi totuşi, apare ca un medalion în mijlocul celebrei serii de un milion de cifre aleatorii. In termeni de probabilitate, era de aşteptat: “00000” este la fel de probabil să apară ca şi celelalte 99999 grupuri de cinci cifre posibile. în altă parte din cele un milion de cifre aleatorii găsim:

010101

Şi acest grup de cifre apare ca fiind structurat.

Extragerea fragmentelor structurate din această junglă de cifre necesită munca unui observator inteligent. Dat fiind un şir aleator suficient de lung, fiecare posibil subşir suficient de scurt va apărea undeva. Unul dintre ele va fi cifrul seifului de la bancă. Un altul va fi codificarea operei complete a lui Shakespeare. Dar nu vor fi de niciun folos, deoarece nimeni nu le poate găsi.

Putem spune, poate, că numere precum 0000 şi 010101 pot fi aleatorii într-un context particular. Dacă cineva dă cu un ban nemăsluit (unul dintre cele mai simple generatoare mecanice de numere aleatorii) suficient de mult timp, la un anumit punct, moneda trebuie să iasă cap de zece ori la rând. Când se întâmplă aşa ceva, căutătorul de numere aleatorii va respinge, în mod tipic, rezultatul şi îşi va lua o pauză de cafea. Acesta este unul dintre modurile în care oamenii se descurcă prost în generarea de numere aleatorii, chiar cu asistenţă mecanică. Cercetătorii au stabilit că intuiţia umană este inutilă atât în predicţia accidentalităţii, cât şi în recunoaşterea ei. Oamenii alunecă, vrând-nevrând, spre structură. Biblioteca Publică din New York a cumpărat *Un milion de cifre aleatorii* şi a introdus-o la tematica “Psihologie”. în 2010, era încă disponibilă pe Amazon, pentru optzeci şi unu de dolari.

Un număr este (acum înţelegem) informaţie. Atunci când noi, oamenii moderni, moştenitorii lui Shannon, gândim informaţia în forma ei cea mai pură, ne putem imagina un şir de O şi de 1, un număr binar. Iată două şiruri binare, lungi de cincizeci de cifre:

A:
01010101010101010101010101010101010101010101010101
B:
10001010111110101110100110101000011000100111101111

Dacă Alice (A) şi Bob (B) spun amândoi că au generat şirurile lor dând cu banul, nimeni nu o va crede pe Alice. în mod cert, şirurile nu sunt la fel de întâmplătoare. Teoria clasică a probabilităţii nu oferă niciun motiv solid pentru a susţine că B este mai aleatoriu decât A, deoarece un proces aleatoriu *ar putea* să produce ambele şiruri. Probabilitatea se referă la ansambluri, nu la evenimente individuale. Teoria probabilităţii tratează evenimentele în mod statistic. Nu agreează întrebări de genul “Cât de probabil era să se întâmple acel lucru?”. Dacă s-a întâmplat, s-a întâmplat.

Lui Claude Shannon, aceste şiruri i s-ar fi părut că seamănă cu nişte mesaje. El ar fi întrebat: *Câtă informaţie* conţine fiecare şir? La suprafaţă, ambele conţin cincizeci de biţi. Un operator de telegraf, care taxează cu cifra, ar măsura lungimea mesajului şi le-ar înmâna lui Alice şi Bob câte o chitanţă identică. Pe de altă parte, cele două mesaje par să fie profund diferite. Mesajul A devine imediat plicticos: odată ce ai văzut structura, repetiţiile ulterioare nu mai furnizează nicio informaţie nouă. In mesajul B, fiecare bit este la fel de valoros ca şi toţi ceilalţi. Prima formulare dată de Shannon teoriei informaţiei trata mesajele statistic, ca alegeri din ansamblul tuturor mesajelor posibile - în cazurile A şi B, numărând 250. Dar Shannon a avut în vedere, de asemenea, şi redundanţa din cadrul unui mesaj: structura, regularitatea, ordinea care fac un mesaj comprehensibil. Cu cât există mai multă regularitate într-un mesaj, cu atât el este mai previzibil. Cu cât este mai previzibil, cu atât este mai redundant. Cu cât un mesaj este mai redundant, cu atât conţine mai puţină informaţie.

Telegrafistul care trimite mesajul A are la dispoziţie o scurtătură: el ar putea să transmită ceva de genul “repetă «01» de douăzeci şi cinci de ori”. Pentru mesajele mai lungi cu structuri facile, economia de tastări ajunge enormă. Odată ce structura e clară, caracterele suplimentare devin inutile. Operatorul pentru mesajul B trebuie să se înhame la o muncă grea, expediind fiecare caracter, deoarece fiecare caracter este o surpriză totală; fiecare caracter costă un bit. Aceaste două întrebări - *cât de aleatoriu* şi *cât de multă informaţie* - se dovedesc a fi una şi aceeaşi. Ele au un singur răspuns.

Chaitin nu se gândea la telegraf. Dispozitivul pe care nu şi-l putea scoate din minte era maşina Turing - acea abstracţiune imposibil de elegantă, mărşăluind înainte şi înapoi de-a lungul infinitei sale benzi de hârtie, citind şi scriind simboluri. Liberă de toată dezordinea din lumea reală, de mecanisme scârţâitoare şi de mofturoasa electricitate, liberă de orice constrângere de viteză, maşina Turing era computerul ideal. La rândul său, von Neumann se reîntorsese mereu la maşinile Turing. Ele erau cobaii veşnic disponibili pentru teoria calculului automat. Acel *U* al lui Turing avea o putere transcendentă: o maşină Turing universală poate să simuleze orice alt computer digital, astfel încât informaticienii să poată nesocoti detaliile bramburite ale oricărei fabricaţii şi ale oricărui model. Asta te eliberează.

După ce s-a mutat de la Bell Labs la MIT, Claude Shannon a reanalizat maşina Turing în 1956. El a desfăcut-o până la ultimul oscior posibil, dovedind că acel computer universal poate fi construit cu numai două stări interne sau cu numai două simboluri, O şi 1, sau blanc şi nonblanc. El şi-a scris demonstraţia în termeni mai degrabă pragmatici decât matematici: el a descris exact modul în care maşina Turing cu două stări ar păşi la stânga şi la dreapta, “sărind” înainte şi înapoi ca să ţină evidenţa numărului mai mare de stări

dintr-un computer mai complex. Totul era foarte complicat şi foarte specific, cu parfum de Babbage. De exemplu:

Atunci când capul de citire se deplasează, informaţia stării trebuie să fie transferată celulei alăturate de pe bandă pentru a fi vizitată folosind numai două stări interne din maşina B. Dacă starea următoare din maşina A e să fie (să spunem) starea 17 (în concordanţă cu un sistem de numărare arbitrar), aceasta este transferată în maşina B "sărind" capul de citi re înainte şi înapoi între vechea celulă şi cea nouă de 17 ori (de fapt, 18 salturi spre noua celulă şi 17înapoi spre cea veche).13

"Operaţia de sărituri" poartă informaţia din celulă în celulă, iar celulele acţionează ca "transmiţători" şi "controlori".

Turing îşi intitulase marea sa lucrare "Despre numerele calculable", dar adevăratul accent era pus, fireşte, pe numerele necalculabile. Se putea face o legătură între numerele necalculabile şi cele aleatorii? In 1965, Chaitin era student la City College din New York, redactând o descoperire pe care spera să o poată trimite unei reviste: ar fi fost prima lui publicaţie. El a început aşa: "In această lucrare maşina Turing este privită ca un computer de uz general şi se pun câteva întrebări practice legate de programarea ei". Pe când era elev de liceu, lucrând în cadrul Programului Onorific Columbia Science, Chaitin a avut ocazia să practice programarea în limbaj maşină pe giganticele unităţi centrale ale IBM, folosind teancuri de cartele perforate - o cartelă pentru fiecare rând din program, îşi lăsa teancul de cartele în computerul central şi se întorcea a doua zi pentru outputul programului. El putea să ruleze maşini Turing şi în minte: *scrie* O, *scrie* 1, *scrie blanc*, *mută*, banda la stânga, *mută banda la dreapta* Computerul universal îi oferea un mod elegant de a distinge între numerele precum A şi B ale lui Alice şi Bob. Putea să scrie un program care să facă o maşină Turing să printeze "010101.. ." de un milion de ori şi putea să scrie lungimea acelui program - foarte scurt. însă, date fiind un milion de

cifre aleatorii - fără nicio structură, nicio regularitate, fără nimic special -, nu exista nicio scurtătură. Programul de computer ar fi trebuit să încoporeze întregul număr. Ca să facă unitatea centrală de la IBM să printeze acel milion de cifre, ar fi trebuit să pună întregul milion de cifre pe cartele perforate. Ca să pună maşina Turing să facă acelaşi lucru, tot ar fi avut nevoie de milionul de cifre ca input.

Iată un alt număr (în baza zece de această dată):

C:
3,14159265358979323846643383279502884197169399375 1...

Acesta pare să fie aleatoriu. Din punct de vedere statistic, fiecare cifră apare cu frecvenţa scontată (una din zece); tot astfel, fiecare pereche de cifre (una dintr-o sută), fiecare tripletă, şi aşa mai departe. Un statistician ar spune că pare să fie “normal”, după cât se poate şti. Cifra următoare este, de fiecare dată, o surpriză. Operele lui Shakespeare ar fi, până la urmă, cuprinse în el. Dar cineva poate să recunoască acesta ca fiind un număr familiar, n. Aşa că nu este aleatoriu la urma urmelor.

Dar de ce spunem că *n* nu este aleatoriu? Chaitin a propus un răspuns clar: un număr nu este aleatoriu dacă este calculabil - dacă un program definibil de computer îl va genera. Astfel, calculabilitatea este o măsură a accidentalităţii.

Pentru Turing, calculabilitatea era o calitate de tipul da-sau-nu - un număr dat ori este calculabil, ori nu este. însă ne-ar plăcea să spunem că unele numere sunt mai aleatorii decât altele - ele sunt mai puţin structurate, mai puţin ordonate. Chaitin a spus că structurile şi ordinea exprimă calculabilitatea. Algoritmii generează structuri. Aşa că putem măsura calculabilitatea urmărind *dimensiunea algoritmului*. Dat fiind un număr - reprezentat ca un şir de orice lungime -, întrebăm: care este lungimea celui mai scurt program care îl va genera? Folosind limbajul unei

maşini Turing, întrebarea poate avea un răspuns definit, măsurat în biţi.

Definiţia algoritmică dată de Chaitin accidentalităţii furnizează, de asemenea, o definiţie algoritmică a informaţiei: mărimea algoritmului măsoară câtă informaţie conţine un şir dat.

Căutarea de modele - aflarea ordinii în mijlocul haosului - este, totodată, ceea ce fac savanţii. La optsprezece ani, Chaitin simţea că nu era un accident. El şi-a încheiat prima sa lucrare prin aplicarea teoriei algoritmice a informaţiei asupra procesului ştiinţei ca atare. “Să luăm un om de ştiinţă”, a propus el, “care a observat un sistem închis care, o dată pe secundă, emite o rază de lumină sau nu”.

El rezumă observaţiile sale într-o secvenţă de O şi 1 în care O reprezintă “rază neemisă” iar 1 reprezintă “rază emisă” Secvenţa poate să înceapă

0110101110...

şi să continue cu încă nişte mii de biţi. Savantul examinează apoi secvenţa cu speranţa de a observa un gen de structură sau lege. Ce înţelege el prin aceasta? Pare plauzibil că o secvenţă de O şi 1 este nestructurată dacă nu există un mod mai bun de a o calcula decât acela de a o scrie imediat dintr-un tabel care dă întreaga secvenţă.14

Dar, dacă savantul ar putea să descopere o cale de a produce aceeaşi secvenţă cu un algoritm, un program informatic semnificativ mai scurt decât secvenţa, atunci el ar şti cu siguranţă că evenimentele nu erau accidentale. El ar spune că a dat peste o teorie. Asta e ceea ce ştiinţa caută întotdeauna: o teorie simplă care explică o mare mulţime de fapte şi permite predicţia evenimentelor care urmează să se producă. Este celebrul brici al lui Occam. “Nu trebuie să admitem mai multe cauze ale lucrurilor naturale decât acelea care sunt deopotrivă adevărate şi suficiente ca să explice aparenţele lor”, a spus Newton, “căci naturii îi place simplitatea”.15 Newton a cuantificat *masa şi forţa*, dar *simplitatea* mai avea de aşteptat.

Chaitin a trimis lucrarea sa la *Jurnalul Asociaţiei pentru Maşini de Calcul*. Cei de acolo au fost fericiţi să o publice, însă unul dintre referenţi a menţionat că auzise zvonuri despre o lucrare similară din Uniunea Sovietică. Primul număr al unei noi reviste a sosit (după o călătorie de luni de zile) la începutul lui 1966: *IlpoÔAeMbi nepeôauu JdnfiopMaiţuu*, *Probleme de transmitere a informaţiilor*. Conţinea un articol intitulat "Trei abordări ale definiţiei conceptului de «cantitate de informaţie»", de A.N. Kolmogorov. Chaitin, care nu citea în ruseşte, abia a avut timp să adauge o notă de subsol.

Andrei Nikolaevich Kolmogorov a fost matematicianul de frunte al erei sovietice. S-a născut la Tambov, la trei sute de mile sud-est de Moscova, în 1903; mama lui, necăsătorită, una dintre cele trei surori Kolmogorova, a murit la naştere şi mătuşa lui Vera, l-a crescut într-un sat de lângă Volga. în anii de declin ai Rusiei ţariste, această femeie cu spirit independent a condus o şcoală sătească şi a lucrat la o tiparniţă clandestină, pe care o ţinea la ea acasă, uneori ascunzând documente interzise în leagănul lui Andrei.16

Universitatea din Moscova l-a acceptat pe Andrei ca student la matematică la puţin timp după Revoluţia din 1917. In zece ani, a obtinut o colecţie de rezultate influente, care au luat forma a ceea ce a devenit teoria probabilităţii. Lucrarea sa, *Fundamentele teoriei probabilităţii*, publicată în ruseşte în 1933 şi în engleză în 1950, rămâne clasica modernă. Dar interesul lui s-a lărgit foarte mult, spre fizică şi lingvistică, precum şi spre unele ramuri ale matematicii care cunoşteau o dezvoltare rapidă. Odată a făcut o incursiune şi în genetică, însă a dat înapoi după o periculoasă ciocnire cu pseudosavant favorit al lui Stalin, Trofim Lysenko. In timpul celui de-al Doilea Război Mondial, Kolmogorov a aplicat eforturile sale în teoria statistică în focul de artilerie şi a elaborat o schemă de distribuţie stocastică a baloanelor de baraj, pentru apărarea Moscovei de bombardierele naziste. In afară de activitatea sa legată

de război, a studiat turbulenţele şi procesele aleatorii. A fost Erou al Muncii Socialiste şi a primit de şapte ori Ordinul Lenin.

Prima oară a văzut lucrarea lui Claude Shannon, *Teoria matematică a comunicării*, tradusă în ruseşte, în 1953, din care au fost epurate cele mai interesante aspecte de către un translator ce lucra în umbra grea a lui Stalin. Titlul a devenit *Teoria statistică a transmiterii semnalelor electrice*. Cuvântul *informaţie*, MH<ţ)opMaijMJi, a fost peste tot înlocuit cu 4aHHbie, *date*. Cuvântul *entropie* a fost pus între ghilimele pentru a-l preveni pe cititor să nu facă o conexiune cu entropia din fizică. Secţiunea care aplica teoria informaţiei asupra statisticii limbii naturale a fost omisă integral. Rezultatul a fost tehnic, neutru, insipid şi, ca atare, improbabil să atragă interpretări în spiritul ideologiei marxiste.17 Existau îngrijorări serioase: "cibernetica" a fost iniţial definită în *Mic dicţionar filosofic* (referinţa standard a ortodoxiei ideologice) drept o "pseudoştiinţă reacţionară" şi "armă ideologică a reacţiunii imperialiste". Kolmogorov a tăbărât totuşi peste lucrarea lui Shannon; lui, cel puţin, nu-i era frică de cuvântul *informaţie*. Lucrând cu studenţii săi din Moscova, a pus la punct o formulare matematică riguroasă a teoriei informaţiei, cu definiţii ale conceptelor fundamentale, demonstraţii îngrijite şi noi descoperiri - dintre care unele, a aflat curând cu tristeţe, apăruseră în lucrarea originală a lui Shannon, dar fuseseră omise din versiunea rusă.18

în Uniunea Sovietică, încă moderat izolată de restul lumii ştiinţifice, Kolmogorov era bine plasat ca să poarte stindardul informaţiei. Era la conducerea secţiei de matematică din *Marea 9 9*

Enciclopedie Sovietică, fiind cel care alegea autorii, edita articolele şi scria foarte mult el însuşi. în 1956, a prezentat un lung raport despre teoria transmisiei de informaţii la o plenară a Academiei Sovietice de Ştiinţe. Colegii săi au considerat că era puţin "confuz" - că opera lui Shannon era

“mai mult tehnologie decât matematică”, după cum şi-a amintit Kolmogorov mai târziu. “Este adevărat”, a spus el, “că Shannon a lăsat succesorilor săi «justificarea» riguroasă a ideilor sale în unele cazuri dificile. Cu toate acestea, intuiţia lui matematică era uimitor de precisă”.19 Kolmogorov nu era entuziasmat de cibernetică. Norbert Wiener se simţea înrudit cu el - amândoi făcuseră muncă de pionierat în legătură cu procesele stocastice şi mişcarea browniană. într-o vizită la Moscova, Wiener a spus: “Când citesc lucrările academicianului Kolmogorov, simt că sunt acolo şi gândurile mele, asta e ce voiam să spun. Şi ştiu că academicianul Kolmogorov are acelaşi sentiment când citeşte lucrările mele”.20 Dar, evident, sentimentele nu erau împărtăşite. Kolmogorov şi-a îndreptat colegii înspre Shannon. “Este uşor de înţeles că, privită ca disciplină matematică, cibernetica, în înţelegerea lui Wiener, este lipsită de unitate”, a spus el, “şi sunt greu de imaginat rezultate productive în pregătirea unui specialist, să spunem a unui student la cursuri postuniversitare, în cibernetică în acest sens”.21 Avea deja rezultate care să-i susţină instinctul: o utilă formulare generalizată a entropiei Shannon şi o extensie a măsurii sale pentru informaţie de procesat atât în timp discret, cât şi continuu.

în Rusia, prestigiul începea în sfârşit să se îndrepte către orice activitate care promitea să contribuie la comunicarea electronică şi calculul automat. Astfel de activităţi au început aproape în vid. Ingineria electrică pragmatică abia dacă exista; telefonia sovietică era notoriu de lugubră, un subiect pentru etern amarul umor rusesc. Până în 1965, încă nu existau convorbiri directe la distanţă. Numărul de apeluri telefonice la scară naţională era încă inferior faţă de numărul de telegrame, o piatră de hotar care fusese atinsă în Statele Unite înainte de sfârşitul secolului trecut. Moscova avea mai puţine telefoane pe cap de locuitor decât oricare alt mare oraş din lume. Cu toate acestea, Kolmogorov şi studenţii săi au desfăşurat o activitate

suficientă pentru a se justifica o nouă revistă trimestrială, *Probleme de transmitere a informaţiei*, dedicată teoriei informaţiei, teoriei codificării, teoriei reţelelor şi chiar informaţiei din organismele vii. Numărul inaugural s-a deschis cu studiul lui Kolmogorov “Trei abordări ale definiţiei conceptului de «cantitate de informaţie»“ - aproape un manifest -, care a început apoi lenta sa călătorie spre conştiinţa matematicienilor din Vest.

“La fiecare moment dat, există numai un strat subţire între «trivial» şi imposibil”, cugeta Kolmogorov în jurnalul său.

“Descoperirile matematice se fac în acest strat.”22 In noua viziune cantitativă asupra informaţiei, el a văzut o cale de atac asupra unei probleme care scăpase teoriei probabilităţii, problema accidentalităţii. Câtă informaţie conţine un “obiect finit” dat? Un obiect putea să fie un număr (o serie de cifre), un mesaj sau un set de date.

El a descris trei abordări: combinatorie, probabilistică şi algoritmică. Prima şi cea de-a doua îi aparţineau lui Shannon, cu unele rafinări. Ele se concentrau asupra probabilităţii unui obiect dintr-un ansamblu de obiecte - un mesaj particular, să spunem, ales dintr-un set de mesaje posibile. Cum ar funcţiona modelul, s-a întrebat Kolmogorov, atunci când obiectul nu era doar un simbol dintr-un alfabet sau o făclie din fereastra unei biserici, ci ceva mare şi complicat - un organism genetic sau o operă de artă? Cum s-ar măsura cantitatea de informaţie din *Război şi pace* de Tolstoi? “Este posibil să se includă acest roman într-un mod rezonabil în mulţimea «tuturor romanelor posibile» şi, mai departe, să fie postulată existenţa unei anumite probabilităţi de distribuţie în această mulţime?”23, a întrebat el. Sau ar putea cineva să măsoare cantitatea de informaţie dintr-un cuc, să spunem, având în vedere o probabilitate de distribuţie în mulţimea tuturor speciilor?

A treia abordare a sa de măsurare a informaţiei - cea algoritmică - a evitat dificultăţile începerii cu ansambluri de

obiecte posibile. Ea s-a concentrat asupra obiectului însuşi.[67] Kolmogorov a introdus un cuvânt nou pentru lucrul pe care încerca să îl măsoare: *complexitate*. După cum a definit acest termen, complexitatea unui număr, mesaj ori set de date este inversul simplităţii şi ordinii şi, încă o dată, corespunde informaţiei. Cu cât un obiect este mai simplu, cu atât transmite mai puţină informaţie. Mai multă complexitate, mai multă informaţie. Şi, exact aşa cum a făcut Chaitin, Kolmogorov şi-a pus ideea pe o solidă bază matematică, calculând complexitatea în termeni de algoritmi. Complexitatea unui obiect este mărimea celui mai mic program informatic necesar pentru a-l genera. Un obiect care poate fi produs de un algoritm scurt are o complexitate redusă. Pe de altă parte, un obiect având nevoie de un algoritm tot atât de lung, până la ultimul bit, ca şi obiectul însuşi are o complexitate maximă.

Un obiect simplu poate fi generat - calculat sau descris - cu numai câţiva biţi. Un obiect complex necesită un algoritm de multi biţi. In această formulare, părea evident. Dar până atunci nu fusese înţeles matematic. Kolmogorov s-a exprimat astfel:

Aparent, diferenţa intuitivă dintre obiectele “simple” şi cele “complicate” a fost percepută de mult. Pe parcursul formalizării ei, apare o evidentă dificultate: ceva ce poate fi descris simplu într-un limbaj poate să nu aibă o descriere simplă într-un altul şi nu e clar care metodă de descriere trebuie să fie aleasă.25

Dificultatea este soluţionată folosind limbajul computerului. Nu contează care limbaj informatic, pentru că toate sunt

67 „Definiția noastră a cantității de informație are avantajul că se referă la obiecte individuale și nu la obiecte tratate ca membri ai unei mulțimi de obiecte cu o probabilitate de distribuție ce îi este atribuită. Definiția probabilistă poate fi aplicată convingător informației conținute de, să spunem, un șir de telegrame de felicitare. însă nu ar fi clar cum să se aplice, de exemplu, pentru o estimare a cantității de informație conținute de un roman sau în traducerea unui roman într-o altă limbă în comparație cu originalul." (n.a.).24

echivalente, reductibile la limbajul unei maşini Turing universale. Complexitatea Kolmogorov a unui obiect este mărimea, în biţi, a celui mai scurt algoritm necesar ca să-l genereze. Aceasta este, de asemenea, cantitatea de informaţie. Şi este, totodată, gradul de accidentalitate - Kolmogorov a declarat “o nouă concepţie a noţiunii de «aleatoriu» corespunzând presupunerii naturale că accidentalitatea este absenţa regularităţii”.26 Cele trei sunt fundamental echivalente: informaţie, accidentalitate şi complexitate - trei abstracţiuni pline de forţă, legate tot timpul între ele ca nişte amanţi de taină.

Pentru Kolmogorov, aceste idei aparţineau nu doar teoriei probabilităţii, ci şi fizicii. Ca să măsoare complexitatea unui cristal ordonat sau a unui recipient cu gaz amestecat talmeş-balmeș, se poate măsura cel mai scurt algoritm necesar pentru a descrie starea cristalului sau a gazului. încă o dată, entropia era cheia. Kolmogorov avea un fundament util în probleme fizice dificile, la care să poată fi aplicate aceste noi metode. în 1941, el a produs prima explicaţie utilă, deşi defectuoasă, a structurii locale a curenţilor turbionari - ecuaţii de predicţie a distribuţiei vârtejurilor şi învolburărilor spiralice. Lucrase, de asemenea, în domeniul perturbaţiilor orbitelor planetare, o altă problemă surprinzător de inabordabilă în fizica newtoniană clasică. Acum începuse să pună bazele renaşterii în teoria haosului, ce avea să se producă în anii 1970: analizând sistemele dinamice în termeni de entropie şi dimensiune informaţională. Acum avea sens a spune că un sistem dinamic produce informaţie. Dacă este imprevizibil, atunci produce o mare cantitate de informaţie.

Kolmogorov nu ştia nimic despre Gregory Chaitin, după cum niciunul dintre ei nu auzise despre un teoretician american al probabilităţii, pe nume Ray Solomonoff, care dezvoltase unele dintre ideile lor. Lumea se schimba. Timpul, distanţa şi limba încă îi despărţeau pe matematicienii din Rusia de confraţii lor din Vest, dar

prăpastia se îngusta cu fiecare an. Kolmogorov a spus adesea că nimeni nu ar trebui să mai facă matematică după şaizeci de ani. Visa să-şi petreacă ultimii ani din viaţă ca paznic de geamandură pe Volga, făcând un circuit acvatic într-o barcă cu vâsle şi o mică pânză. Când a venit vremea, paznicii de geamanduri au fost înlocuiţi de bărci cu motor, ceea ce i-a ruinat visul lui Kolmogorov.27

Acum au reapărut paradoxurile.

Zero este un număr interesant. S-au scris cărţi despre el. Unu este cu siguranţă un număr interesant - este primul şi cel dintâi (fără a-l socoti pe zero), singular şi unic. Doi este interesant din multe puncte de vedere: cel mai mic număr prim, numărul par definitoriu, numărul necesar pentru un mariaj de succes, numărul atomic al heliului, numărul de lumânări ce se aprind de Ziua Independenţei Finlandei. *Interesant* este un cuvânt cotidian, nu face parte din jargonul matematicianului. Pare sigur a spune că orice număr mic este interesant. Toate numerele de două cifre şi multe de trei cifre au articolele lor pe Wikipedia.

Teoreticienii numerelor numesc întregi clase de numere interesante: numere prime, numere perfecte, pătrate şi cubice, numere Fibonacci, factoriale. Numărul 593 este mai interesant decât pare; se întâmplă să fie suma dintre nouă la pătrat şi doi la puterea a noua - un "număr Leyland" (orice număr care poate fi exprimat prin formula xy + yx). Wikipedia mai dedică un articol şi numărului 9 814 072 356. Este cel mai mare pătrat holodigital - adică cel mai mare număr la pătrat care conţine fiecare cifră zecimală exact o singură dată.

Ce-ar fi un număr neinteresant? In 1917, specialistul englez în teoria numrelor G.H. Hardy s-a suit la întâmplare în taxiul nr. 1 729 spre a-i face o vizită lui Srinivasa Ramanujan, care era bolnav, şi i-a spus colegului său că, în ordinea numerelor, 1 729 era "unul destul de anost". Dimpotrivă, a răspuns Ramanujan (conform unei anecdote standard a matematicienilor), este cel mai mic număr

exprimabil ca sumă de două cuburi în două modalităţi diferite.[68] [69] “Fiecare întreg pozitiv este unul dintre prietenii personali ai lui Ramanujan”, a remarcat J.E. Littlewood. Datorită anecdotei, 1 729 este cunoscut în zilele noastre drept numărul Hardy-Ramanujan. Şi asta nu e tot; se mai întâmplă că 1 729 este, totodată, un număr Carmichael, un pseudoprim Euler şi un număr Zeisel.

însă chiar şi mintea lui Ramanujan era finită, după cum sunt şi Wikipedia, şi suma totală a cunoaşterii omeneşti, astfel încât lista numerelor interesante trebuie să se sfârşească undeva. Cu siguranţă trebuie să existe un număr despre care să nu fie nimic de spus. Orinde s-ar găsi, aici apare un paradox: putem descrie, în mod interesant, acel număr drept “cel mai mic număr neinteresant”.

Acesta nu este altul decât paradoxul lui Berry renăscut, cel descris de către Bertrand Russell în *Principia Mathematica*. Berry şi Russell au întrebat drăceşte: Care este cel mai mic număr întreg care nu poate fi numit în mai puţin de nouăsprezece silabe? Oricare ar fi acest număr, el poate fi numit în optsprezece silabe: *the least integer not nameable in fewer than nineteen syllables*” Explicaţiile motivelor pentru care un număr este interesant sunt moduri de a numi numărul: “pătratul lui unsprezece”, de exemplu, sau “numărul de stele de pe drapelul american”. Unele dintre aceste nume nu par a fi deosebit de utile şi unele sunt destul de vagi. Unele sunt pure fapte matematice: dacă, de exemplu, un număr este exprimabil ca sumă a două cuburi în două modalităţi diferite. Dar unele sunt fapte legate de lume, de limbaj sau de fiinţele umane şi ele pot fi

68 1 729 = 13+ 123 = 93 + IO3 (n.a.).

69 Evident, paradoxul apare numai în limba engleză; în traducere, „cel mai mic întreg nedenominabil în mai puțin de nouăsprezece silabe" numără douăzeci și patru de silabe. Dacă vrem să ne jucăm, putem forța și limba română să dea paradoxul; de exemplu - „cel mai mic întreg fără nume sub nouăsprezece silabe" intră în tiparul Berry-Russell, având optsprezece silabe (n.t.).

accidentale şi efemere - de exemplu, dacă un număr corespunde unei staţii de metrou sau unei date istorice.

Chaitin şi Kolmogorov au resuscitat paradoxul lui Berry inventând teoria algoritmică a informaţiei. Un algoritm denumeşte un număr. “Paradoxul original vorbeşte despre limba engleză, dar este mult prea vag”, spune Chaitin. “Voi lua un limbaj de programare în schimb.” Fireşte că alege limbajul unei maşini universale Turing.

Şi apoi ce înseamnă, cum denumeşti un număr întreg? Ei bine, denumeşti un întreg dând un mod de a-l calcula. Un program denumeşte un numărîntreg dacă outputul lui este acel întreg - ştiţi, el scoate acel întreg, unul singur, şi apoi se opreşte.28

A întreba dacă un număr este interesant este inversul întrebării dacă este aleatoriu. Dacă numărul *n* poate fi calculat de un algoritm care este relativ scurt, atunci *n* este interesant. Dacă nu, este aleatoriu. Algoritmul printează i şi apoi printeaza loo de zero generează un număr interesant (un googol).[70] Tot astfel, găseşte primul număr prim şi următorul număr prim şi repetă de un milion de ori generează un număr interesant: suma primului milion de numere prime. I-ar lua unei maşini Turing mult timp să calculeze acel număr special, dar un timp finit, totuşi. Numărul este calculabil.

Dar, dacă cel mai concis algoritm pentru *n* este “printează [h]” - un algoritm ce încorporează întregul număr, fără prescurtări -, atunci putem spune că nu e nimic interesant în legătură cu *n*. In termenii lui Kolmogorov, acest număr este aleatoriu - de complexitate maximă. Va trebui să fie lipsit de structură, pentru că orice structură ar furniza un mod de a concepe un algoritm prescurtat. “Dacă un program informatic scurt, concis calculează numărul, aceasta înseamnă că are o calitate sau caracteristică ce-ţi dă posibilitatea să-l alegi şi să-l comprimi într-o mai scurtă

70 Un googol este IO100, adică cifra 1 urmată de o sută de zerouri (n.t.).

descriere algoritmică", spune Chaitin. "Aşa că este neobişnuit; este un număr interesant."

Dar ce *este* neobişnuit? Privind în general toate numerele, cum poate şti un matematician dacă cele interesante sunt rare sau comune? In această privinţă, considerând orice număr, poate fi sigur vreodată un matematician dacă poate fi găsit un algoritm mai mic? Pentru Chaitin, aceasta erau întrebările esenţiale.

La prima a răspuns cu un argument de numărare. Vasta majoritate a numerelor trebuie să fie neinteresantă, deoarece nu pot să existe suficient de multe programe informatice concise care să le rezolve. Să le numărăm. Daţi fiind 1 000 de biţi (să spunem), se obţin 21000 de numere; dar nici pe departe nu se pot scrie atât de multe programe utile cu numai 1 000 de biţi. "Există o mulţime de întregi pozitivi", spune Chaitin. "Dacă programele trebuie să fie mai mici, atunci nu există destule pentru a denumi toate acele diferite numere întregi." Aşa că majoritatea de n-uri de orice lungime dată sunt aleatorii.

A doua întrebare era mult mai tulburătoare. Ştiind că majoritatea numerelor sunt aleatorii şi dat fiind orice număr particular n, pot matematicienii să demonstreze că acesta este aleatoriu? Ei nu pot spune doar uitându-se la el. Ei pot adeseori să demonstreze contrariul, că *n* este interesant: în acest caz, ei doar trebuie să găsească un algoritm scurt care îl generează pe *n*. (Din punct de vedere tehnic, trebuie să fie mai scurt decât log2 *n* biţi, numărul necesar pentru a-l scrie pe *n* în limbajul binar.) A dovedi negaţia este o altă poveste. "Chiar dacă majoritatea întregilor pozitivi sunt neinteresanţi", a declarat Chaitin, "nu poţi fi niciodată sigur.... O poţi dovedi numai într-un număr mic de cazuri". Se poate imagina făcând acest lucru prin forţa brută, scriind fiecare algoritm posibil şi testându-le unul câte unul. Dar un computer va trebui să efectueze testele - un algoritm testând alt algoritm - şi curând, a demonstrat Chaitin, apare o nouă versiune a paradoxului lui Berry. In loc de "cel mai

mic număr neinteresant”, se ajunge inevitabil la o afirmaţie de forma “cel mai mic număr despre care putem demonstra că nu poate fi denumit în mai puţin de *n* silabe”. (Nu mai vorbim realmente despre silabe, desigur, ci de stări ale maşinii Turing.)[71] Este o altă răsucire recursivă, ce face o buclă închisă. Aceasta era versiunea lui Chaitin a incompletitudinii lui Gödel. Definită în termeni de mărime a programului, complexitatea este, în general, necalculabilă. Dat fiind un şir arbitrar de un milion de cifre, un matematician ştie că este aproape cu certitudine aleatoriu, complex şi nestructurat - dar nu poate să fie absolut sigur.

Chaitin şi-a elaborat lucrarea la Buenos Aires. Pe când era adolescent, înainte să fi putut absolvi City College, părinţii lui s-au mutat înapoi acasă în Argentina şi acolo a obţinut un job la IBM World Trade. A continuat să-şi hrănească obsesia lui Gödel şi a incompletitudinii şi să trimită articole Societăţii Americane de Matematică şi Asociaţiei pentru Maşini de Calcul. Peste opt ani, Chaitin s-a întors în Statele Unite ca să viziteze centrul de cercetări din Yorktown Heights, New York, şi l-a sunat la telefon pe eroul său, pe atunci apropiindu-se de şaptezeci de ani, aflat la Institutul pentru Studii Avansate de la Princeton. Gödel a răspuns, Chaitin s-a prezentat şi a spus că are o nouă abordare a incompletitudinii, bazată pe paradoxul lui Berry în loc de paradoxul bărbierului.

“Nu are nicio importanţă ce paradox folosiţi”, a spus Gödel.

“Da, dar.” Chaitin a spus că era pe urmele unei noi viziuni “bazată pe teoria informaţiei” asupra incompletitudinii şi a întrebat dacă l-ar putea vizita pe Gödel la Princeton. Locuia la YMCA - Asociaţia Tinerilor Creştini - din White Plains şi ar fi luat trenul, schimbând la New York. Gödel a fost de acord, însă în ziua stabilită a anulat întrevederea. Ningea şi se

71 Mai precis, ar arăta cam așa: „Secvența binară finită 5 cu prima demonstrație că S nu poate fi descris de o mașină Turing cu n stări sau mai puține" este un (log2 n+cF) - descrierea stării lui S (n.a.).

temea pentru sănătatea lui. Chaitin nu l-a întâlnit niciodată. Gödel, tot mai instabil, temându-se să nu fie otrăvit, a murit în iama lui 1978 prin autoînfometare.29

Chaitin şi-a petrecut restul carierei sale la Centrul de Cercetări Watson IBM, unul dintre ultimii mari savanţi care să fi fost atât de bine susţinut într-o activitate fără niciun folos plauzibil pentru patronul său corporatist. A spus uneori că "se ascundea" într-un departament de fizică; simţea că matematicienii mai convenţionali l-au exclus oricum ca pe un "fizician de cabinet". Opera lui trata matematicile ca pe un fel de ştiinţă empirică - nu ca pe o conductă platonicianã către adevărul absolut, ci ca pe un program de cercetare supus contingenţelor şi incertitudinilor lumii. "In pofida incompletitudinii şi a incalculabilităţii şi chiar a accidentalităţii algoritmice", a spus el, "matematicienii nu vor să renunţe la certitudinea absolută. De ce? Ei bine, certitudinea absolută e ca Dumnezeu".30

In fizica cuantică şi, mai târziu, în haos, savanţii au descoperit limitele cunoaşterii lor. Ei au explorat fertila incertitudine care la început l-a ofensat pe Einstein, care nu voia să creadă că Dumnezeu joacă zaruri cu universul. Teoria algoritmică a informaţiei aplică aceleaşi limitări universului tuturor numerelor - un univers ideal, mental. După cum s-a exprimat Chaitin, "Dumnezeu joacă zaruri nu numai în mecanica cuantică şi în dinamica nonliniară, ci chiar în teoria elementară a numerelor".31

Printre lecţiile sale erau şi acestea:

Majoritatea numerelor sunt aleatorii. Totuşi, numai foarte puţine dintre ele pot fi *demonstrate* ca fiind aleatorii.

Un flux haotic de informaţii poate să ascundă totuşi un algoritm simplu. Mersul înapoi dinspre haos către algoritm poate fi imposibil.

Complexitatea Kolmogorov-Chaitin (KC) este pentru matematică ceea ce este entropia pentru termodinamică: antidotul perfecţiunii. Aşa cum nu putem avea maşini cu

mişcare perpetuă, nu pot exista sisteme formale axiomatice complete.

Unele fapte matematice sunt adevărate fără motiv. Ele sunt accidentale, lipsite fiind de o cauză sau de un sens mai adânc.

Joseph Ford, un fizician care studia comportamentul sistemelor dinamice imprevizibile în anii 1980, a spus că Chaitin "a surprins încântător esenţa materiei", arătând calea dinspre incompletitudinea lui Gödel către haos. Acesta era "sensul mai profund al haosului", a declarat Ford:

Orbitele haotice există, dar ele sunt copiii lui Gödel, atât de complexe, atât de supraîncărcate de informaţie, încât oamenii nu le potînţelege niciodată. însă haosul este omniprezentîn natură; prin urmare, universul este plin de nenumărate mistere pe care omul nu le poate înţelege niciodată.32

Cât de multă informaţie?

Atunci când un obiect (un număr, un şir de biţi sau un sistem dinamic) poate fi exprimat altcumva în mai puţini biţi, este comprehensibil. Un telegrafist economicos preferă să transmită versiunea comprimată. Pentru că spiritul telegrafiştilor economicoşi a ţinut luminile aprinse la Bell Labs, era firesc pentru Claude Shannon să exploreze compresia datelor, atât în teorie, cât şi în practică. In viziunea sa, compresia era fundamentală: în activitatea sa de criptograf din timpul războiului a analizat deghizarea informaţiei la un capăt şi recuperarea informaţiei la celălalt; tot astfel, compresia datelor codifică informaţia, dintr-un motiv diferit - utilizarea eficientă a lărgimii de bandă. Canalele de televiziune prin satelit, playerele muzicale de buzunar, camerele foto şi telefoanele eficiente şi nenumărate alte accesorii modeme depind de algoritmii de codificare meniţi să comprime numere - secvenţe de biţi -, şi acei algoritmi îşi au originile în lucrarea originală a lui Shannon din 1948.

Primul dintre aceştia, numit acum “codificarea Shannon-Fano”, a venit din partea colegului său, Robert M. Fano. A început cu ideea simplă de a atribui coduri scurte simbolurilor frecvente, ca în codul Morse. Ei ştiau că metoda lor nu era optimă, totuşi nu te puteai bizui pe ea ca să producă cele mai scurte mesaje posibile. In următorii trei ani, a fost depăşită de activitatea unui absolvent al lui Fano de la MIT, David Huffman. In deceniile următoare, versiuni ale algoritmului de codificare Huffman au stors multi, multi biţi.

Ray Solomonoff, copilul unor imigranţi ruşi care a studiat la Universitatea din Chicago, a consultat lucrarea lui Shannon la începutul anilor 1950 şi a început să se gândească la ceea ce el a numit “problema comprimării informaţiei”: cât de multă informaţie s-ar putea “împacheta” într-un număr dat de biţi, sau invers, dată fiind o informaţie, cum se poate comprima în cât mai puţini biţi.33 Şi-a luat diploma în fizică, a studiat biologia matematică şi, colateral, probabilitatea şi logica, ajungând să-i cunoască pe Marvin Minsky şi John McCarthy, pionieri într-un domeniu ce avea să fie curând numit inteligenţă artificială. Apoi, a citit neconvenţionala şi originala lucrare a lui Noam Chomsky, “Trei modele de descriere a limbajului'', ce aplica noile idei din teoria informaţiei la formalizarea structurii limbii.34 Toate acestea se învârteau în mintea lui Solomonoff; nu era sigur unde duceau, dar s-a descoperit concentrându-se asupra problemei *inducţiei*. Cum creează oamenii teorii care să explice experienţa lor în relaţie cu lumea? Ei trebuie să facă generalizări, să descopere structuri în datele care sunt întotdeauna influenţate de accidentalitate şi de zgomot. Poate fi făcută o maşină capabilă să realizeze acest lucru? Cu alte cuvinte, se poate face un computer să înveţe din experienţă?

A elaborat un răspuns aprofundat şi l-a publicat în 1964. Era excentric şi abia a fost băgat de seamă până în anii 1970, când atât Chaitin, cât şi Kolmogorov anticipaseră

trăsăturile esenţiale a ceea ce, de atunci, s-a numit teoria algoritmică a informaţiei. De fapt, şi Solomonoff arătase cum ar putea un computer să privească secvenţe de date - secvenţe de numere sau şiruri de biţi - si să măsoare accidentalitatea si structurile 5 J *9 9*

lor ascunse. Atunci când oamenii sau computerele învaţă din experienţă, ei folosesc inducţia: recunoscând regularităţi în mijlocul unor fluxuri neregulate de informaţii. Din acest punct de vedere, legile ştiinţei reprezintă compresia datelor în acţiune. Un fizician teoretic acţionează ca un foarte inteligent algoritm de codificare. “Legile ştiinţei care au fost descoperite pot fi văzute ca niste rezumate ale unor mari cantităţi de date *9 9*

empirice despre univers”, a scris Solomonoff. “In contextul actual, fiecare asemenea lege poate fi transformată într-o metodă de codificare compactă a datelor empirice care au dat naştere acelei legi.”35 O bună teorie ştiinţifică este economică. Acesta era un alt mod de a spune acest lucru.

Solomonoff, Kolmogorov şi Chaitin au atacat trei probleme diferite şi au dat acelaşi răspuns. Solomonoff era interesat de inferenţa inductivă: dată fiind o suită de observaţii, cum se pot face cele mai bune predicţii despre ceea ce va urma? Kolmogorov căuta o definiţie matematică a accidentalităţii: ce înseamnă a spune că o secvenţă este mai aleatorie decât alta, când au aceeaşi probabilitate să apară dintr-o serie de aruncări cu banul? Iar Chaitin încerca să găsească o cale adâncă spre incompletitudinea lui Gödel pe urmele lui Turing şi Shannon - după cum a spus el mai târziu: “punând teoria informaţiei a lui Shannon şi teoria calculabilităţii a lui Turing într-un vas de preparat cocktailuri şi agitându-l cu vigoare”.36 Toţi trei au ajuns la dimensiunea minimală a programului. Şi toţi au sfârşit prin a discuta despre complexitate.

Următoarea serie de biţi (sau număr) nu este foarte complexă, pentru că este raţională:

D:
142857142857142857142857142857142857142857142857142857...

Se poate reformula concis sub forma “printează 142857 şi repetă” sau chiar şi mai concis drept “1/7”. Dacă este un mesaj, compresia economiseşte apăsări pe taste. Dacă este un flux de date, observatorul poate să recunoască un model, să devină din ce în ce mai încrezător şi să se oprească la *o şeptime* ca teorie pentru acele date.

Prin contrast, această secvenţă conţine o surpriză târzie:

E:
10101010101010101010101010101010101010101010101013

Telegrafistul (teoreticianul sau algoritmul de compresie) trebuie să acorde atenţie întregului mesaj. Cu toate acestea, informaţia suplimentară este minimă: mesajul încă poate să fie comprimat, oriunde există un model. Putem spune că el conţine o parte redundantă şi o parte arbitrară.

Shannon a fost primul care a arătat că tot ce nu este aleatoriu într-un mesaj permite comprimarea:

F:
10110101111011011010111010111011110100111011010
0111101110

Multi de 1, puţini de O, această serie poate fi emisă de aruncarea unei monede măsluite. Codificarea Huffman şi alţi algoritmi similari exploatează regularităţile statistice pentru a comprima datele. Fotografiile sunt compresibile datorită structurii naturale a subiectului lor: pixeli deschişi la culoare şi pixeli întunecaţi vin grupaţi; din punct de vedere statistic, pixelii apropiaţi este probabil să fie asemănători; pixelii îndepărtaţi, nu. Semnalul video este şi mai comprimabil, pentru că diferenţele dintre un cadru şi următorul sunt relativ mici, exceptând situaţiile în care subiectul este în mişcare rapidă şi turbulentă. Limba naturală este compresibilă datorită redundanţelor şi a regularităţilor de genul celor analizate de către Shannon.

Numai o secvenţă complet aleatorie rămâne incomprimabilă: nimic altceva decât o surpriză după alta.

Secvenţele aleatorii sunt “normale” - un termen tehnic care înseamnă că, în medie, pe termen lung, fiecare cifră apare exact tot atât de des ca şi celelalte, o dată din zece; şi fiecare pereche de cifre, de la 00 la 99, apare o dată la 100; la fel, fiecare tripletă, şi aşa mai departe. Niciun şir de o anumită lungime nu este mai probabil să apară decât oricare alt şir de aceeaşi lungime. Normalitatea este una dintre acele idei aparent simple care, atunci când sunt privite îndeaproape de către matematician, se dovedesc pline de spini. Chiar dacă o secvenţă cu adevărat aleatorie trebuie să fie normală, reversul nu este întotdeauna valabil. Un număr poate să fie normal din punct de vedere statistic, dar câtuşi de puţin aleatoriu. David Champemowne, un tânăr prieten de la Cambridge al lui Turing, a inventat (sau a descoperit) o astfel de creatură în 1933 - o construcţie alcătuită din toate numerele întregi, înlănţuite în ordine:

G:
12345678910111213141516171819202122232425262728293...

Este uşor de văzut că fiecare cifră şi fiecare combinaţie de cifre survine în mod egal pe termen lung. Şi totuşi, secvenţa nu poate fi mai puţin aleatorie. Este rigid structurată şi total predictibilă. Dacă ştii unde te afli, ştii ce urmează.

Chiar lăsând la o parte ciudăţenii precum cea a lui Champemowne, se dovedeşte că numerele normale sunt greu de recunoscut. In universul numerelor, normalitatea este regula; matematicienii ştiu cu certitudine că aproape toate numerele sunt normale. Numerele raţionale nu sunt normale şi există infinit de multe numere raţionale, dar sunt infinit depăşite numeric de numerele normale. Totuşi, odată stabilită marea întrebare generală, matematicienii nu pot aproape niciodată să demonstreze pentru orice număr

particular că este normal. Aceasta este în sine una dintre cele mai remarcabile ciudăţenii ale matematicii.

Chiar şi n ascunde câteva mistere:

C:
3,14159265358979323846643383279502884197169399375 1...

Computerele din lume au consumat multe cicluri analizând prima mie de miliarde sau pe acolo de cifre zecimale cunoscute din acest mesaj cosmic şi, atât cât se poate spune, ele par să fie normale. Nu s-au descoperit niciun fel de trăsături statistice - nicio părtinire sau corelaţie, locală sau îndepărtată. Este un număr chintesenţial nealeatoriu ce pare să se comporte aleatoriu. Dată fiind a *n*-*a* cifră, nu există scurtătură de a ghici a *n* plus una. încă o dată, următorul bit este întotdeauna o surpriză.

Atunci, cât de multă informaţie este reprezentată de acest şir de cifre? Este informaţia bogată, ca în cazul unui număr aleatoriu? Ori e săracă, la fel ca o secvenţă ordonată?

Telegrafistul ar putea, desigur, să economisească multe tastări - infinit de multe, pe termen lung - expediind mesajul “7izz Dar asta înseamnă să trişeze. Presupune o cunoaştere anterior împărtăşită de către expeditor şi de către receptor. Expeditorul trebuie să recunoască această secvenţă specială de la bun început, iar apoi receptorul trebuie să ştie ce este *n* şi cum să caute extinderea sa zecimală sau altcumva cum să-l calculeze. De fapt, ei trebuie să utilizeze în comun o carte de coduri.

Aceasta nu înseamnă, totuşi, că *n* conţine o mare cantitate de informaţie. Mesajul esenţial poate fi transmis prin mai puţine tastări. Telegrafistul dispune de câteva strategii. De exemplu, el ar putea spune: “Ia 4, scade 4/3, adună 4/5, scade 4/7 şi aşa mai departe”. Cu alte cuvinte, telegrafistul trimite un algoritm. Această serie infinită de fracţii este uşor convergentă spre 7i, astfel încât receptorul are mult de lucru, dar mesajul în sine este unul economic: conţinutul

total de informaţie este acelaşi indiferent de câte zecimale este nevoie.

Problema cunoaşterii împărtăşite la capetele îndepărtate ale liniei dă naştere la complicaţii. Uneori, oamenilor le place să încadreze acest gen de problemă - problema conţinutului informaţional al mesajelor - în termeni de comunicare cu o formă de viaţă extraterestră dintr-o galaxie îndepărtată. Ce le-am putea spune? Ce-am vrea să le spunem? Legile matematicii fiind universale, avem tendinţa să gândim că *n* ar fi un mesaj pe care l-ar putea recunoaşte orice fiinţă inteligentă. Numai că ar fi greu de crezut că ei cunosc litera grecească. Nici că ar fi probabil ca ei să recunoască cifrele zecimale “3,1415926535...”, decât dacă s-ar întâmpla ca ei să aibă zece degete.

Expeditorul unui mesaj nu poate să ştie niciodată pe deplin cartea de coduri mentale ale receptorului. Două candele într-o fereastră nu înseamnă nimic sau poate să însemne “Britanicii vin pe mare”. Fiecare poezie este un mesaj, diferit pentru fiecare cititor. Există o cale de a face să dispară caracterul vag al acestei linii de gândire. Chaitin a exprimat-o astfel:

Este preferabil să avem în vedere comunicarea nu cu un prieten aflat la distanţă, ci cu un computer digital. Prietenul poate avea inteligenţa de a face inferenţe cu numere sau de a construi o serie din informaţii parţiale sau pornind de la nişte instrucţiuni vagi. Computerul nu are această capacitate şi, pentru scopurile noastre, această deficienţă este un avantaj. Instrucţiunile date computerului trebuie să fie complete şi explicite, dându-i posibilitatea de a proceda pas cu pas.37

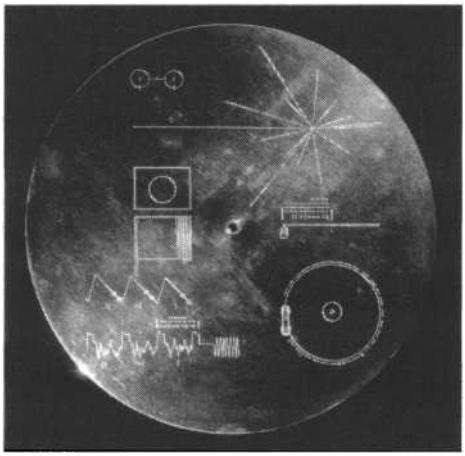
Cu alte cuvinte: mesajul este un algoritm. Receptorul este o maşină; nu posedă niciun dram de creativitate, de incertitudine şi de cunoaştere, exceptând orice tip de “cunoaştere” inerentă structurii maşinii. în anii 1960, computerele digitale primeau deja instrucţiuni în forme

măsurabile în biţi, aşa că era firesc să se gândească despre câtă informaţie era conţinută în orice algoritm.

Un gen diferit de mesaj ar fi acesta:

Chiar la prima vedere această secvenţă de note muzicale pare nealeatorie. Se întâmplă că mesajul pe care îl reprezintă călătoreşte deja prin spaţiul interstelar, la 10 miliarde de mile depărtare de origine, cu o mică parte din viteza luminii. Mesajul nu este codificat în această notaţie tipărită şi nici într-o formă digitală, ci sub forma unor unde microscopice încrustate într-un singur şanţ lung, rotindu-se în spirală pe un disc având doisprezece inchi în diametru şi o cincizecime de inch grosime. Discul ar putea fi de vinii, dar, în acest caz, era de cupru, placat cu aur. Acest mijloc analogic de captare, păstrare şi reproducere a sunetului a fost inventat în 1877 de către Thomas Edison, care l-a numit fonograf. A rămas cea mai populară tehnologie audio timp de un secol - dar nu mai mult -, iar în 1977 un comitet condus de către astronomul Cari Sagan a creat un disc special de fonograf şi a depozitat copii într-o pereche de nave spaţiale, numite *Voyager 1* şi *Voyager* 2, fiecare de mărimea unui mic automobil, lansate în acea vară de la Cape Canaveral, Florida.

Este, prin urmare, un mesaj într-o sticlă interstelară. Mesajul nu are niciun sens, în afară de structurile sale, ceea ce înseamnă a spune că este artă abstractă: primul “Preludiu” din *Clavirul bine temperat* de Johann Sebastian Bach, cântat la pian de către Glenn Gould. Mai general, poate că semnificaţia este:



“Discul de aur” depus la bordul navei spaţiale Voyager.

“Există viaţă inteligentă aici” In afară de “Preludiul” de Bach, discul mai cuprinde mostre muzicale din câteva culturi diferite şi o selecţie de sunete pământene: vânt, valuri şi tunete; salutări rostite în cincizeci şi cinci de limbi; sunete scoase de greieri, broaşte şi balene; o sirenă de navă, hurducăitul unei căruţe trase de cai şi o ţăcăneală în codul Morse. Alături de discul de fonograf, mai sunt un cartuş cu cerneală şi un ac, cu un scurt manual de instrucţiuni pictografice. Comitetul nu şi-a bătut capul cu un player sau cu o sursă de energie electrică. Poate că extratereştrii vor găsi un mod de a converti acele şanţuri analogice din metal în unde din ce fluid le serveşte drept atmosferă - sau în alt input adecvat pentru simţurile lor extraterestre.

Vor recunoaşte ei complicata structură a “Preludiului” de Bach (să spunem) ca fiind deosebită faţă de mai puţin interesantul, mai aleatoriul ţârâit de greieri? Ar purta partitura un mesaj mai clar - notele tipărite conţinând, în fond, esenţa creaţiei lui Bach? Şi, la modul mai general, ce fel de cunoaştere ar fi necesară la capătul îndepărtat al liniei - ce fel de carte de coduri - pentru a descifra mesajul? O apreciere a contrapunctului şi a liniei melodice

principale? Un simţ al contextului tonal şi al practicilor interpretative ale barocului european?

Sunetele - notele - vin în grupuri; ele alcătuiesc forme, numite melodii; ele se supun regulilor unei gramatici implicite. Poartă cu ea muzica propria ei logică, independentă de geografie şi de istorie? Intre timp, pe pământ, peste câţiva ani, chiar înainte ca navele *Voyager* să fi trecut de marginile sistemului solar, muzica rareori mai era înregistrată în forme analogice. E mai bine să se stocheze sunetele *Clavirului bine temperat* sub formă de biţi: undele discretizate fără pierderi, conform teoremei de selectare a lui Shannon, iar informaţia păstrată în zeci de medii acceptabile.

în termeni de biţi, un “Preludiu” de Bach ar putea să pară a nu conţine de loc multă informaţie. Aşa cum a fost scris de către Bach pe două pagini de manuscris, acesta ajunge la şase sute de note, caractere dintr-un mic alfabet. Aşa cum a fost interpretat în 1964 la pian de către Glenn Gould - adăugând straturile de nuanţe şi variaţiunile interpretului faţă de instrucţiunile seci - durează un minut şi treizeci şi şase de secunde. Sunetul acelei interpretări, înregistrate pe

un CD, ciupituri microscopice, arse de un laser pe un disc subţire de plastic policarbonat, cuprinde 135 milioane de biţi. Insă acest şir de biţi poate fi compresat considerabil fără nicio pierdere de informaţie. Alternativ, preludiul se poate înscrie pe un mic rulou pentru pian mecanic (descendent al războiului de ţesut al lui Jacquard, predecesorul calculului cu cartele perforate); codificat electronic cu protocolul MIDI, foloseşte câteva mii de biţi. Chiar şi mesajul originar de şase sute de caractere are o enormă redundanţă: tempoul invariabil, timbrul uniform, doar o mică structură melodică, un cuvânt, repetat iar şi iar cu mici variaţii până la măsurile finale. Este celebru şi înşelător de simplu. însăşi repetiţia creează aşteptări şi le năruie. Abia dacă se întâmplă ceva, şi totul este o surpriză. “Nemuritoare acorduri frânte de strălucitor de albe armonii”, a spus Wanda Landowska. E simplu modul în care un desen de Rembrandt este simplu. Face multe cu puţin. Este atunci bogat în informaţie? Se poate considera că anumite creaţii muzicale sunt sărace informaţional. La o extremă, compoziţia lui John Cage, intitulată 4'33”, nu conţine nici măcar o singură “notă”: numai patru minute şi treizeci şi trei de secunde de tăcere aproape totală, timp în care piesa absoarbe sunetele ambientale din jurul pianistului - spectatorii foindu-se pe scaune, foşnet de haine, răsuflări, căscaturi.

Câtă informaţie este în “Preludiul în Do major de Bach”? Ca mulţime de structuri, în timp şi frecvenţă, poate fi analizat, urmărit şi înţeles, dar numai până la un punct. în muzică, la fel ca şi în poezie sau în oricare altă artă, înţelegerea perfectă trebuie să rămână evazivă. Dacă s-ar putea atinge fundul, ar fi o mare plictiseală.

Intr-un fel, aşadar, utilizarea dimensiunii minime a programului pentru definirea complexităţii pare perfectă - un apogeu potrivit al teoriei informaţiei a lui Shannon. în alt fel, ea rămâne profund nesatisfăcătoare. Acest fapt se adevereşte mai ales atunci când ne întoarcem către marile întrebări -

s-ar putea spune, întrebări umane - ale artei, biologiei sau inteligenţei.

Potrivit acestei măsuri, un milion de zerouri şi un milion de aruncări cu banul reprezintă extremele unui spectru. Şirul gol este pe cât se poate de simplu; şirul aleatoriu este de complexitate maximă. Zerourile nu furnizează nicio informaţie; aruncările cu banul produc maximum de informaţie posibil. Şi totuşi, aceste extreme au ceva în comun. Sunt teme. Nu au nicio valoare. Dacă oricare ar fi fost un mesaj dintr-o altă galaxie, nu am atribui expeditorului niciun pic de inteligenţă. Dacă ar fi fost muzică, ar fi în egală măsură lipsite de valoare.

Orice lucru la care ţinem se află undeva la mijloc, unde structura şi accidentalitatea se întrepătrund.

Chaitin şi un coleg de-ai săi, Charles Bennett, discutau uneori la centrul de cercetări al IBM, de la Yorktown Heights, New York. De-a lungul mai multor ani, Bennett a dezvoltat o nouă măsură a valorii, pe care a numit-o “logical depth” - profunzime logică. Ideea de profunzime a lui Bennett este legată de complexitate, dar este ortogonală faţă de ea. Are menirea să surprindă utilitatea unui mesaj, indiferent ce-ar putea să însemne utilitatea într-un domeniu particular. “Din primele zile ale teoriei informaţiei, s-a apreciat că informaţia per se nu este o bună măsură pentru valoarea mesajului”, a scris el, publicându-şi în cele din urmă sistemul în 1988.

O serie tipică de aruncări cu banul are un ridicat conţinut informaţional dar o valoare redusă; o efemeridă, ce dă poziţiile zilnice ale lunii şi ale planetelor timp de o sută de ani, nu conţine mai multă informaţie decât ecuaţiile de mişcare şi condiţiile iniţiale de la care s-a făcut calculul, dar economiseşte deţinătorului său efortul de a recalcula aceste poziţii.38

Cantitatea de muncă de care este nevoie pentru a calcula ceva fusese neglijată în cea mai mare parte - dată de-o parte - în toată teoretizarea bazată pe maşinile Turing, care

lucrează, la urma urmei, atât de greoi. Bennett a repus problema. Nu există profunzime logică în acele părţi de mesaj care sunt pură accidentalitate şi imprevizibilitate, după cum nu există profunzime logică nici în redundanţa evidentă - simplă repetiţie şi copiere. Mai curând, a propus el, valoarea unui mesaj se află în “ceea ce se poate numi redundanţa lui îngropată - părţi previzibile numai cu dificultate, lucruri pe care, în principiu, receptorul le-ar fi putut afla fără să i se spună, dar numai cu un cost considerabil de bani, timp sau calcule”. Atunci când evaluăm complexitatea unui obiect sau conţinutul său informaţional, intuim un calcul ascuns în adâncuri. Acest lucru poate fi adevărat în legătură cu muzica, poezia, cu o teorie ştiinţifică sau un joc de cuvinte încrucişate, care îi face plăcere celui care îl rezolvă atunci când nu este nici prea criptic, nici prea facil, ci oarecum la mijloc.

Matematicienii şi logicienii dezvoltaseră o tendinţă de a gândi procesarea informaţiei ca fiind pe gratis - nu ca pomparea apei sau căratul pietrelor. In vremea noastră, a ajuns cu siguranţă ieftină. Dar ea încorporează o muncă, în fond, şi Bennett sugerează să recunoaştem această muncă şi să socotim costurile sale în înţelegerea complexităţii. “Cu cât un lucru este mai subtil, cu atât e mai greu de descoperit”, spune Bennett. El a aplicat ideea profunzimii logice în problema autoorganizării: întrebarea cât de complexe sunt structurile care evoluează în natură. Evaluarea începe de la condiţiile iniţiale simple: complexitatea se naşte aparent construindu-se de una singură. Indiferent care ar fi procesele elementare implicate, fizice sau biologice, ceva în curs de desfăşurare începe să semene a calcul.

13

INFORMAŢIA ESTE FIZICA

>

(IT FROM BIT)'

Cu cât mai multă energie, cu atât mai repede ţopăie biţii. Pământul, aerul, focul şi apa sunt toate, până la urmă,

alcătuite din energie, însă diferitele forme pe care le iau sunt determinate de informaţie. Ca să faci ceva, este nevoie de energie. Ca să specifici ce anume se face, este nevoie de informaţie.1

- Seth Lloyd (2006)

Mecanica cuantică a înfruntat, în scurta sa istorie, mai multe crize, controverse, interpretări (Copenhaga, Bohm, lumi multiple, minţi multiple), implozii facţioniste şi bătăi filosofice cu pumnul în piept decât oricare altă ştiinţă. E din belşug ciuruită de mistere. Desconsideră fără griji intuiţia umană. Albert Einstein a murit neîmpăcat cu consecinţele ei, iar Richard Feynman nu glumea atunci când a spus că nimeni n-o înţelege. Poate că disputele privind natura realităţii sunt de aşteptat; cu atât de straniul ei succes în practică, fizica cuantică se ocupă, în teorie, de fundamentele tuturor lucrurilor şi propriile sale fundamente sunt reconstruite continuu. Chiar şi aşa, fermentul pare câteodată mai mult religios decât ştiinţific.

“Cum s-a ajuns aici?”, întreabă Christopher Fuchs, un teoretician cuantic de la Bell Labs şi apoi de la Perimeter Institute din Canada.

* Vezi ante, n.t. de la pagina 20.

Mergeţi la orice întrunire şi va fi ca într-un oraş sfânt în mare fierbere. Veţi găsi toate religiile cu toţi preoţii lor asmuţiți în războiul sfânt - bohmienii, istoricii consecvenţi, tranzacţionaliştii, colapsienii spontani, einselecţioniştii, obiectiviştii contextuali, everetticii declaraţi şi mulţi alţii. Cu toţii afirmă că au văzut lumina, ultima lumină. Fiecare ne spune că, dacă acceptăm soluţia sa drept salvatoarea noastră, atunci vom vedea lumina şi noi.2

E timpul, spune el, s-o luăm de la capăt. Să lăsăm deoparte axiomele cuantice existente, oricât de rafinate şi de matematice, şi să ne întoarcem la principiile fizice adânci. “Acele principii trebuie să fie proaspete; trebuie să fie imperioase. Ele trebuie să răscolească sufletul.” Şi unde

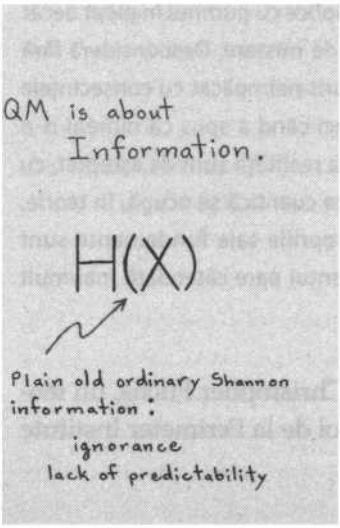
ar trebui găsite aceste principii fizice? Fuchs răspunde propriei sale întrebări: în teoria cuantică a *informaţiei*.

“Motivul e simplu şi cred că inevitabil”, declară el.

Suport vizual de Christopher Fuchs

“Mecanica cuantică a fost întotdeauna o teorie despre informaţie; numai că lumea fizicii a uitat acest lucru.”3

Unul care nu a uitat - sau care a redescoperit acest lucru - a fost John Archibald Wheeler, pionier al fisiunii nucleare, student al lui Bohr şi profesor al lui Feynman, cel care a dat nume găurilor negre, ultimul gigant al fizicii din secolul XX. Wheeler avea darul epigramelor şi al rostirilor gnomice. O *gaură neagră nu are păr* a fost celebrul său fel de a spune că nimic în afară de



masă, sarcină şi spin nu poate fi perceput din exterior. “Ne învaţă”, a spus el, “că spaţiul poate fi mototolit ca o coală de hârtie într-un punct infinitezimal, că timpul poate fi nimicit cum ai sufla o flacără şi că legile fizicii, pe care noi le vedem ca fiind «sacre» şi imuabile, nu sunt nimic”.4 In 1989, el a oferit ultima sa expresie memorabilă: *It from Bit*. Viziunea lui era extremă. Era imaterialistă: informaţia întâi, tot restul pe urmă. “Cu alte cuvinte”, a spus el, fiecare ceva

[it] - fiecare particulă, fiecare câmp de forţă, chiar continuumul spaţiu-timp însuşi - îşi derivă funcţia, semnificaţia, însăşi existenţa... din *biţi*. De ce natura ni seînfăţişează cuantizată? Pentru că informaţia este cuantizată. Bitul este ultima particulă indivizibilă.5

Dintre fenomenele fizice care au împins informaţia în faţă şi în centru, niciunul nu era mai spectaculos decât găurile negre. La început, firește, acestea păreau că nu implică informaţia câtuşi de puţin.

Găurile negre erau creaţia minţii lui Einstein, deşi el nu a apucat să ştie despre ele. El a stabilit, în 1915, că lumina trebuie să se supună atracţiei gravitaţionale; că gravitaţia curbează materia spaţiu-timpului; şi că o masă destul de mare, compactă, ca într-o stea densă, s-ar prăbuşi în sine cu totul, intensificându-şi propria gravitaţie şi contractându-se fără limite. A fost nevoie de încă o jumătate de secol pentru a se înfrunta consecinţele, întrucât acestea simt stranii. Totul intră, nimic nu iese. In centru se află singularitatea. Densitatea devine infinită: gravitaţia devine infinită; spaţiu-timpul se curbează infinit. Timpul şi spaţiul se întrepătrund. Pentru că niciun strop de lumină, niciun fel de semnal nu pot scăpa din interior, astfel de lucruri sunt chintesenţial invizibile. Wheeler a început să le numească găuri negre din 1967. Astronomii sunt siguri că au descoperit câteva, prin interferenţă gravitaţională, şi că nimeni nu poate şti vreodată ce se află înăuntrul lor.

La început, astrofizicienii s-au concentrat asupra prăbuşirii în interior a materiei şi energiei. Mai târziu, a început să le pese de informaţie. O problemă a apărut atunci când Stephen Hawking, adăugând efecte cuantice calculelor obişnuite ale relativităţii generale, a argumentat în 1974 că găurile negre ar trebui, la urma urmelor, să iradieze particule - o consecinţă a fluctuaţiilor cuantice în orizontul apropiat al evenimentelor. Găurile negre se evaporă lent, cu alte cuvinte.6 Problema era că radiaţia Hawking era lipsită de caracteristici şi monotonă. Este radiaţie termică - altfel

spus, căldură. Insă materia care cade în gaura neagră poartă informaţie, în chiar structura ei, în organizarea şi în microstările sale. Atâta timp cât informaţia lipsă rămâne inaccesibilă, dincolo de orizontul evenimentelor, fizicienii nu aveau de ce să-şi facă griji legate de ea. Puteau să spună că este inaccesibilă, dar nu distrusă. “Toate culorile sunt aidoma pe întuneric”, a spus Francis Bacon în 1625.

Insă radiaţia Hawking, emisă în exterior, nu poartă nicio informaţie, totuşi. Dacă gaura neagră se evaporă, unde se duce informaţia? Conform mecanicii cuantice, informaţia nu poate fi distrusă niciodată. Legile deterministe ale fizicii cer ca stările unui sistem fizic într-un anumit moment să determine stările din momentul următor; în detalii microscopice, legile sunt reversibile, iar informaţia trebuie să se păstreze. Hawking a fost primul care să declare ferm - chiar alarmant - că aceasta era o problemă care sfida înseşi fundamentele mecanicii cuantice. Pierderea de informaţie ar viola unitaritatea, principiul că probabilităţile trebuie să se însumeze până la valoarea unu. “Dumnezeu nu numai că joacă zaruri. Uneori, aruncă zarurile acolo unde ele nu pot fi văzute”, a spus Hawking. în vara lui 1975, a trimis un articol la *Physical Review* cu un titlu dramatic: “Prăbuşirea fizicii în colapsul gravitaţional”. Revista l-a ţinut mai bine de un an înainte de a-l publica sub un titlu ceva mai blând.7

După cum se aştepta Hawking, alţi fizicieni s-au opus cu vehemenţă. Printre aceştia, se număra şi John Preskill de la California Institute of Technology, care continua să creadă în principiul potrivit căruia informaţia nu se poate pierde: chiar şi atunci când o carte este mistuită de flăcări, în termenii fizicienilor, dacă ai putea să urmăreşti fiecare foton şi fiecare firicel de cenuşă, ar trebui să le poţi reintegra şi să reconstruieşti cartea. “Pierderea de informaţie este extrem de contagioasă”, avertiza Preskill la Seminarul Teoretic de la Caltech. “E foarte greu să se modifice teoria cuantică astfel încât să accepte un pic de informaţie pierdută fără ca această pierdere să se scurgă în toate

procesele.”8 In 1997, el a făcut un mult mediatizat pariu cu Hawking că informaţia trebuie să scape cumva din gaura neagră. Au pariat pe o enciclopedie la alegerea câştigătorului. “Unii fizicieni au sentimentul că ceea ce se întâmplă într-o gaură neagră este o chestiune academică sau chiar teologică, precum numărul îngerilor dintr-un vârf de ac”, a spus Leonard Susskind de la Stanford, stând de partea lui Preskill. “Dar nu e câtuşi de puţin aşa; simt în joc viitoarele reguli ale fizicii.”9 în decurs de câţiva ani, s-au propus o grămadă de soluţii. însuşi Hawking a spus la un moment dat: “Cred că informaţia fuge probabil într-un alt univers. încă nu am putut să arăt matematic acest lucru”.10

Abia în 2004, la şaizeci şi doi de ani, Hawking s-a dat bătut şi a plătit pariul. El a anunţat că descoperise un mod de a arăta că gravitaţia cuantică este, în fond, unitară şi că informaţia se conservă. El a aplicat un formalism al indeterminării cuantice - integralele lui Richard Feynman ale traiectoriei de “sumă istorică” - înseşi topologiei spaţiu-timpului şi a declarat, în consecinţă, că găurile negre nu sunt, fără ambiguitate, negre. “Confuzia şi paradoxul se ivesc pentru că oamenii au gândit clasic în termenii unei singure topologii pentru spaţiu-timp”, a scris el.[72] Noua sa formulare i-a surprins pe fizicieni ca fiind obscură, lăsând multe întrebări fără niciun răspuns, dar el a fost categoric într-o anumită privinţă. “Nu există niciun univers bebeluş, pe cale să se nască, aşa cum am crezut odată”, a scris el. “Informaţia rămâne categoric în universul nostru. îmi pare rău că-i dezamăgesc pe iubitorii de science fiction.” I-a dăruit lui Preskill un exemplar din *Baseball Total*: *Enciclopedia definitivă a jocului de baseball*, de 2 688 de pagini - “din care informaţia poate fi recuperată cu uşurinţă”, a spus el. “Dar poate că ar fi trebuit să-i fi dat numai cenuşa.”11

72 „Era fie R4 sau o gaură neagră. Dar suma istorică Feynman îi permite să fie ambele în același timp" (n.a.).

Charles Bennett a ajuns la teoria cuantică a informaţiei pe o cale foarte diferită. Cu mult înainte de a fi elaborat ideea sa de profunzime logică, se gândea la “termodinamica procesului de calcul” - o temă specială, deoarece procesarea informaţiei era tratată în cea mai mare parte ca şi cum ar fi fost incorporală. “Termodinamica procesului de calcul, dacă cineva se oprise pentru a-şi pune întrebări în legătură cu ea, păruse probabil o temă de cercetare ştiinţifică nu mai urgentă decât, să spunem, termodinamica iubirii”12, spune Bennett. Este ca şi energia gândirii. Se pot consuma nişte calorii, dar nimeni nu stă să le socotească.

Si mai bizar, Bennett a încercat să cerceteze termodinamica celui mai puţin termodinamic computer dintre toate - nonexistenta, abstracta, idealizata maşină Turing. Turing însuşi nu s-a gândit niciodată că experimentul său mental ar consuma vreo formă de energie sau că ar iradia căldură în timp ce-şi vede de treaba ei de a mărşălui înainte şi înapoi de-a lungul benzilor sale de hârtie imaginare. Totuşi, la începutul anilor 1980, Bennett discuta despre utilizarea benzilor de maşină Turing drept combustibil, conţinutul lor caloric fiind măsurat în biţi. Era încă tot un experiment mintal, desigur, destinat să se concentreze asupra unei probleme foarte reale: care este costul fizic al activităţii logice? “Computerele”, a scris el provocator, “pot fi gândite ca nişte maşini de transformare a energiei în pierdere de căldură şi operaţii matematice”.13 Entropia a ieşit din nou la suprafaţă. O bandă plină de zerouri, o bandă care codifică opera lui Shakespeare sau o bandă ce repetă cifrele lui *n* au “fuel value” - valoare de combustibil. O bandă aleatorie nu are nicio valoare.

Bennett, fiul unor profesori de muzică, a crescut în suburbia Westchester din New York: a studiat chimia la Brandeis şi apoi la Harvard, în anii 1960. James Watson era pe atunci la Harvard, unde preda codul genetic, iar Bennett a lucrat pentru el timp de un an ca profesor asistent. Şi-a luat doctoratul în dinamica moleculară, făcând simulări pe

computer ce rulau noaptea pe o maşină cu o memorie de aproximativ douăzeci de mii de cifre zecimale şi care genera outputul pe pagini peste pagini de hârtie făcută sul. Căutând o mai mare putere de calcul, pentru a-şi continua cercetările asupra mişcării moleculare, s-a dus la Lawrence Livermore Laboratory din Berkeley, California şi la Argonne National Laboratory din Illinois, apoi a intrat la IBM Research în 1972.

IBM nu fabrica maşini Turing, desigur. Dar, la un moment dat, i-a răsărit în minte lui Bennett că o maşină Turing cu scop special fusese deja descoperită în natură: anume polimeraza de ARN. învăţase despre polimerază direct de la Watson; este enzima care se furişează de-a lungul unei gene - "banda" ei - transcriind ADN-ul. Ea păşeşte la stânga şi la dreapta; starea ei logică se schimbă conform informaţiei chimice scrise în secvenţă; iar comportamentul său termodinamic poate fi măsurat.

în lumea reală a tehnicii de calcul din anii 1970, partea de hardware crescuse rapid de mii de ori în eficienţă energetică comparativ cu era timpurie a tuburilor cu vid. Cu toate acestea, computerele electronice disipau o energie considerabilă sub forma pierderii de căldură. Cu cât se apropiau de consumul teoretic minim de energie, cu atât mai urgent savanţii voiau să ştie care era acel minimum teoretic. Lucrând cu computerele sale mari, von Neumann a făcut un calcul pe dosul unui plic încă în 1949, propunând o cantitate de căldură care trebuie să se disipeze "per act elementar de informaţie, adică per decizie elementară a unei alternative cu două soluţii şi per transmisia elementară a unei unităţi de informaţie".14 El s-a bazat pe lucrul mecanic molecular efectuat într-un model de sistem termodinamic conform demonului lui Maxwell, aşa cum fusese reimaginat de către Leo Szilărd.[73] Von Neumann a

73 Formula lui von Neumann pentru costul teoretic de energie al fiecărei operații logice era k71n 2 jouli per bit, unde Teste temperatura de operare a computerului și /ceste constanta lui Boltzman. Szilărd

spus că preţul este plătit de fiecare act elementar de procesare a informaţiei, de fiecare alegere între două alternative. In anii 1970, această idee era în general acceptată. Insă era greşită.

Eroarea lui von Neumann a fost descoperită de către savantul care a devenit mentorul lui Bennett de la IBM, Rolf Landauer, un exilat din Germania nazistă. Landauer şi-a dedicat cariera stabilirii bazei fizice a informaţiei. “Informaţia este fizică” era titlul unui articol celebru, menit să reamintească faptul că procesele de calcul necesită obiecte fizice şi se supun legilor fizicii. Ca nu cumva să uite cineva, el şi-a intitulat un eseu ulterior - ultimul, după cum s-a văzut - “Informaţia este inevitabil fizică”.15 Dacă un bit este un semn pe o tăbliţă de piatră, un orificiu într-o cartelă perforată sau o particulă cu spin superior sau inferior, el a insistat că nu ar putea exista fără a fi încorporat în *ceva*. Landauer a încercat, în 1961, să demonstreze formula lui von Neumann pentru costul procesării informaţiei şi a descoperit că nu putea. Dimpotrivă, se părea că majoritatea operaţiilor logice nu aveau niciun cost de entropie. Atunci când un bit sare de la zero la unu sau invers, informaţia se conservă. Procesul este reversibil. Entropia este neschimbată; nu e nevoie să se disipeze căldură. Numai o operaţie ireversibilă, a argumentat el, sporeşte entropia.

Landauer şi Bennett formau un cuplu spectaculos: un bătrân tip clasic IBM şi un hippie ciufulit (cel puţin în viziunea lui Bennett).16 Cel mai tânăr dintre ei a urmat principiul lui Landauer, analizând fiecare tip de computer pe care şi l-a putut imagina, real sau abstract, de la maşini Turing şi mesagerul ARN până la computere “balistice”, purtând semnale prin intermediul unor proiectile ca nişte bile de biliard. El a confirmat că o mare parte din calcul se putea face fără niciun consum de energie. In toate cazurile,

demonstrase că demonul din mașina sa poate să obțină k71 n 2 de lucru mecanic din fiecare moleculă pe care o selectează, astfel încât costul de energie trebuie să fie achitat undeva în cadrul ciclului (n.a.).

a descoperit Bennett, disiparea de căldură are loc numai atunci când informaţia este ştearsă. Ştergerea este operaţia logică ireversibilă. Atunci când capul unei maşini Turing şterge un careu de pe bandă sau atunci când un computer electronic descarcă un condensator, se pierde un bit şi *atunci* căldura trebuie să se disipeze. In experimentul mintal al lui Szilărd, demonul nu suportă un cost de entropie atunci când observă sau alege o moleculă. Plata vine în momentul în care se curăţă înregistrarea, când demonul şterge o observaţie pentru a face loc pentru următoarea.

Uitarea cere lucru mecanic.

"S-ar putea spune că aceasta este răzbunarea teoriei informaţiei asupra mecanicii cuantice", spune Bennett. Uneori o idee reuşită într-un domeniu poate să împiedice progresul în altul, în acest caz, ideea de succes a fost principiul de incertitudine, care a scos în evidenţă rolul central pe care îl joacă însuşi procesul de măsurare. Nu se mai poate vorbi simplu despre "a privi" o moleculă; observatorul trebuie să utilizeze fotoni, iar fotonii trebuie să posede mai multă energie decât fundalul termic şi urmează de aici complicaţii. In mecanica cuantică, actul de observare are propriile sale consecinţe, produse fie de către savantul de laborator, fie de către demonul lui Maxwell. Natura este sensibilă faţă de experimentele noastre.

"Teoria cuantică a radiaţiei a împins lumea spre concluzia incorectă că procesele de calcul au un cost termodinamic ireductibil pentru fiecare pas", spune Bennett. "In celălalt caz, succesul teoriei lui Shannon privind procesarea informaţiei i-a făcut pe oameni să abstragă cu totul componenta fizică din procesarea informaţiei şi să o considere ceva pe de-a-ntregul matematic."17 Pe măsură ce inginerii de comunicaţii şi proiectanţii de tipuri s-au apropiat din ce în ce mai mult de nivelurile atomice, ei au fost tot mai preocupaţi de limitările cuantice care interferează cu abilitatea lor netă, clasică de a distinge

stările de zero şi unu. Apoi, au privit lucrurile mai atent - şi acesta a fost, în sfârşit, momentul în care s-a născut ştiinţa cuantică a informaţiei. Bennett şi alţii au început să gândească diferit: că efectele cuantice, în loc să fie o pacoste, s-ar putea dovedi un avantaj.

Proptit ca o ladă de zestre de un perete din biroul său de la laboratorul de cercetări al IBM din dealurile împădurite din Westchester, se află un dispozitiv opac, numit "Tuşa Martha" (prescurtare de la "Coşciugul Mătuşii Martha"). Bennett şi asistentul său, John Smolin, l-au meşterit în 1988 şi 1989 cu un mic ajutor de la atelierul de scule: o cutie de aluminiu vopsit tem în negru pe dinlăuntru şi ulterior etanşat cu dopuri de cauciuc şi catifea neagră. Folosind un laser cu helium-neon pentru aliniere şi celule de înaltă tensiune pentru polarizarea fotonilor, ei au expediat primul mesaj codificat vreodată prin criptografie cuantică. Era o demonstraţie de sarcină de procesare a informaţiei care putea fi îndeplinită efectiv numai prin intermediul unui sistem cuantic. Corecţia cuantică a erorilor, teleportarea cuantică şi computerele cuantice au urmat la scurt timp după aceea.18

Mesajul cuantic a trecut de la Alice către Bob, omniprezenta pereche mitică. Alice şi Bob au luat startul în criptografie, dar cei din domeniul cuantic le sunt acum datori. Ocazional, li se alătură Charlie. Ei se plimbă constant în camere diferite, dând cu banul şi expediindu-şi unii altora plicuri sigilate. Ei aleg stări şi efectuează rotaţii Pauli. "Spunem lucruri de genul «Alice îi trimite lui Bob un qubit şi uită ce a făcut», «Bob face o măsurătoare şi îi spune lui Alice»", explică Barbara Terhal, o colegă a lui Bennett, făcând parte din următoarea generaţie de teoreticieni cuantici ai informaţiei. Terhal a studiat dacă Alice şi Bob sunt *monogami* - un alt termen tehnic, fireşte.19

In experimentul "Tuşa Martha", Alice îi trimite informaţii lui Bob, criptată astfel încât nu poate fi citită de către o a treia parte răuvoitoare (Eva, cea care trage cu urechea). Dacă

amândoi cunosc cheia lor privată, Bob poate să descifreze mesajul. Dar, în primul rând, cum să-i trimită Alice cheia lui Bob? Bennett şi Gilles Brassard, un informatician din Montreal, au început prin a codifica fiecare bit de informaţie ca pe un singur obiect cuantic, precum un foton. Informaţia rezidă în starea cuantică a fotonului - de exemplu, polarizarea sa orizontală sau verticală. In vreme ce un obiect din fizica clasică, în mod tipic alcătuit din miliarde de particule, poate fi interceptat, monitorizat, observat şi dat mai departe, un obiect cuantic nu poate. Nu poate fi nici copiat sau donat. Actul de observare inevitabil distruge mesajul. Indiferent cu câtă fineţe încearcă spionii să tragă cu urechea, ei pot fi detectaţi. Urmând un protocol complicat elaborat de către Bennett şi Brassard, Alice generează o secvenţă de biţi aleatorii pentru a servi drept cheie, iar Bob este capabil să stabilească o secvenţă identică la capătul său de linie.20

Primele experimente cu sicriul Tuşii Martha au reuşit să trimită biţi cuantid la distantă de treized si doi de centimetri J *9 9*

prin aer. Nu era *Domnul Watson*, *veniţi încoace*, *vreau să vă văd*, dar a fost o premieră în istoria criptografiei: o cheie criptografică absolut imposibil de spart. Experimente ulterioare s-au îndreptat către fibra optică. Intre timp, Bennett s-a orientat spre teleportarea cuantică.

A regretat această denumire destul de curând, când departamentul de marketing al corporaţiei IBM i-a prezentat activitatea cu sloganul: “Fii pe recepţie - îţi voi teleporta nişte gulaş”. Dar numele a prins, deoarece teleportarea funcţiona. Alice nu trimite gulaş: ea trimite qubiţi.21[74]

74 Acest cuvânt nu este universal acceptat, deși OED l-a recunoscut în decembrie 2007. David Mermin a scris în același an: „Din nefericire, ridicola notație qubit își croiește astăzi drum. Deși «qubit» respectă regula din limba engleză (germană, italiană,) potrivit căreia q trebuie să fie urmat de u, ignoră cerința la fel de strictă ca grupul de litere qu să fie urmat de o vocală. Presupun că termenul «qubit» a fost acceptat pentru că vizual seamănă cu o învechită unitate englezească de măsură

Qubitul este cel mai mic sistem cuantic nontrivial. Ca şi un bit clasic, un cubit are două valori posibile, zero sau unu - ceea ce înseamnă a spune două stări care pot fi distinse cu siguranţă. într-un sistem clasic, *toate* stările simt distincte în principiu. (Dacă nu puteţi deosebi o culoare de alta, pur şi simplu aveţi un dispozitiv de măsură imperfect.) Dar într-un sistem cuantic, distinctivitatea imperfectă este peste tot, datorită principiului de incertitudine al lui Heisenberg. Atunci când măsuraţi orice proprietate a unui obiect cuantic, prin aceasta pierdeţi posibilitatea de a măsura o proprietate complementară. Puteţi afla impulsul unei particule sau poziţia ei, dar nu ambele. Alte proprietăţi complementare includ direcţiile de spin şi, precum în sicriul Tuşii Martha, polarizarea. Fizicienii gândesc aceste stări cuantice în mod geometric - stările unui sistem corespunzând unei direcţii în spaţiu (un spaţiu cu multe dimensiuni posibile), distinctivitatea lor fiind dependentă de un factor - dacă aceste direcţii sunt perpendiculare (sau “ortogonale”).

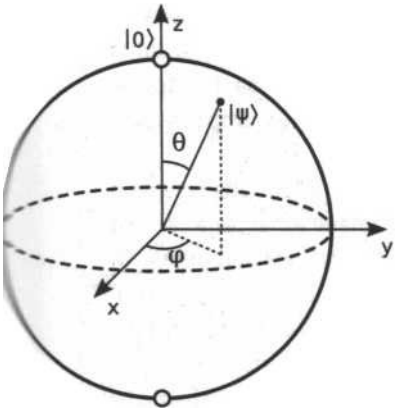
Această distinctivitate imperfectă este ceea ce conferă fizicii cuantice caracterul ei de vis: imposibilitatea de observare a sistemelor fără a le disturba; imposibilitatea de donare a obiectelor cuantice sau de a le emite către mai multi ascultători. Qubitul are şi el acest caracter de vis. Nu este numai sau - sau. Valorile sale de O şi 1 sunt reprezentate de stări cuantice care pot fi distinse cu siguranţă - de exemplu, polarizări orizontale şi verticale -, dar coexistent cu ele este întregul continuum de stări intermediare, precum polarizările diagonale, care înclină spre O sau 1 cu diferite probabilităţi. Astfel încât un fizidan spune că un qubit este o *suprapunere* de stări; o combinaţie de mărimi ale probabilităţii. Este un lucru determinat în care vieţuieşte un nor de indeterminare. Insă qubitul nu este o harababură; o suprapunere nu este un

a distanței, omonimul cubit [cot]. Pentru a privi cu un ochi proaspăt lipsa ei de grație, e suficient să ne imaginăm ... că s-ar șterge sticla și s-ar curăța urechile cu Qutips".22

talmeş-balmeș, ci o combinaţie de elemente probabiliste, conformă unor clare şi elegante reguli matematice.

“Un întreg nealeatoriu poate avea părţi aleatorii”, spune Bennett. “Aceasta este cea mai contraintuitivă parte a mecanicii cuantice şi, totuşi, decurge din principiul suprapunerii şi este modul în care lucrează natura, din câte ştim. La început, s-ar putea să ne displacă, dar, după o vreme, te obişnuieşti cu ea, iar alternativele sunt cu mult mai rele.”

Cheia teleportării şi a unei părţi atât de vaste din ştiinţa cuantică a informaţiei care decurge din ea este fenomenul cunoscut drept *entanglement*. Entanglementele iau principiul de suprapunere şi îl extind în spaţiu, la o pereche de qubiţi foarte îndepărtaţi unul de celălalt. Ei au o stare definită *ca pereche*, chiar dacă niciunul nu are o stare măsurabilă proprie, înainte să se fi putut descoperi entanglementul, el trebuia să fie inventat, în acest caz de către Einstein. Apoi, a trebuit să fie denumit, nu de către Einstein, ci de către Schrôdinger. Einstein l-a inventat pentru un experiment mintal, menit să ilumineze ceea ce el considera a fi nişte defecte ale mecanicii cuantice, aşa cum aceasta se prezenta în 1935. El l-a publicat într-un articol celebru, scris împreună cu Boris Podolsky şi Nathan Rosen, intitulat “Poate fi considerată completă descrierea mecanic-cuantică a realităţii fizice?”.23 Este celebru în parte fiindcă l-a provocat pe Wolfgang Pauli să-i scrie lui Wemer Heisenberg: “Einstein s-a pronunţat încă o dată public asupra mecanicii cuantice.... După cum bine se ştie, este o catastrofă ori de câte ori se întâmplă”.24 Experimentul mental imagina o pereche de particule corelate într-un mod special, ca atunci când, de exemplu, o pereche de fotoni este emisă de un singur atom. Polarizarea lor este aleatorie, dar identică - acum şi cât timp vor mai dura.



II>

Qubitu I

Einstein, Podolsky şi Rosen au cercetat ceea ce s-ar întâmpla atunci când fotonii se află la mare distanţă unul faţă de altul şi se efectuează o măsurare asupra unuia dintre ei. în cazul unor particule entanglate - perechea de fotoni, creaţi împreună şi acum aflaţi la ani-lumină depărtare unul faţă de celălalt -, se pare că măsurarea efectuată asupra unuia are un efect asupra celuilalt. în clipa în care Alice măsoară polarizarea verticală a fotonului ei, fotonul lui Bob va avea de asemenea o stare de polarizare definită pe acea axă, în vreme ce polarizarea sa diagonală va fi nedefinită. Măsurarea creează astfel o influenţă care, aparent, se deplasează mai rapid decât lumina. Părea un paradox şi Einstein l-a detestat. “Ceea ce există realmente în B nu ar trebui să depindă de acel gen de măsurare efectuată în spaţiul A”, a scris el. Articolul se încheia cu concluzia dură: “Nicio definiţie rezonabilă a realităţii nu e de aşteptat să permită aşa ceva”. l-a dat numele indelebil de *spukhafte Fernwirkung* - “fantomatica acţiune la distanţă”.25

în 2003, fizicianul Asher Peres a propus un răspuns la ghicitoarea Einstein-Podolsky-Rosen (EPR). Articolul nu era întru totul eronat, a spus el, dar fusese scris prea devreme: înainte ca Shannon să-şi fi publicat teoria informaţiei, “şi a

fost nevoie de încă mulţi ani până când ultima să fie inclusă în trusa de instrumente a fizicianului". Informaţia este fizică. Nu are rost să se discute despre stări cuantice fără a se avea în vedere *informaţia* despre stările cuantice.

Informaţia nu este numai o noţiune abstractă. Ea necesită un purtător fizic, iar ultimul este (aproximativ) localizat. La urma urmelor, era treaba companiei Bell Telephone să transporte informaţia de la un telefon la alt telefon, într-un amplasament diferit.

Atunci când Alice măsoară spinul ei, informaţia pe care o obţine este localizată în poziţia ei şi va rămâne astfel până când ea se decide să o transmită. Nu se întâmplă absolut nimic în amplasamentul lui Bob. Numai dacă şi atunci când Alice îl informează pe Bob asupra rezultatului pe care l-a obţinut (prin mail, telefon, radio sau prin intermediul oricărui alt purtător material, care este limitat, fireşte, de viteza luminii), Bobînţelege că particula lui are o anumită stare pură.26

In această privinţă, Christopher Fuchs argumentează că nu e de niciun folos o discuţie despre stări cuantice. Starea cuantică este un construct al observatorului - din care izvorăsc multe încurcături. Afară cu stările; să intre informaţia. "Terminologia poate spune totul. Un practician în acest domeniu, dacă s-a gândit preţ de un gram la fundamentele cuantice, e la fel de probabil să spună «informaţie cuantică» ca şi «stare cuantică». «Ce face protocolul de teleportare cuantică?» Acum un răspuns pe deplin standard ar fi: «Transferă informaţia cuantică de la locul lui Alice la cel al lui Bob». Ceea ce avem aici este o modificare de cadru mental."27

Rebusul fantomaticei acţiuni la distanţă nu a fost încă pe deplin rezolvat. *Nelocalitatea* a fost demonstrată printr-o varietate de experimente inteligente, toate descendente ale experimentului mental EPR. Entanglementul se dovedeşte a fi nu numai real, ci omniprezent. Perechea de atomi din fiecare moleculă de hidrogen, H2, este cuantic

entanglată (“*verschränkt*”, după cum a spus Schrödinger). Bennett a pus la lucru entanglementul în teleportarea cuantică, prezentată public pentru prima oară în 1993. Teleportarea utilizează o pereche entanglată ca să proiecteze informaţie cuantică de la o a treia particulă de-a lungul unei distanţe arbitrare. Alice nu poate să măsoare direct această a treia particulă; mai curând, ea măsoară ceva legat de relaţia sa cu una dintre particulele entanglate. Deşi Alice rămâne neştiutoare în ceea ce priveşte originalul, datorită principiului de incertitudine, Bob este capabil să primească o replică exactă. Obiectul lui Alice este decorporalizat în cadrul procesului. Comunicarea nu este mai rapidă decât lumina, pentru că Alice trebuie, de asemenea, să-i trimită lui Bob un mesaj clasic (necuantic) în paralel. “Rezultatul net al teleportării este cu totul prozaic: ieşirea [obiectului cuantic] din mâinile lui Alice şi apariţia lui în mâinile lui Bob după un anumit timp rezonabil”, au scris Bennett şi colegii săi. “Singura trăsătură remarcabilă este aceea că în acest timp, informaţia a fost curat separată în părţi clasice şi nonclasice.”28

Cercetătorii şi-au imaginat iute multiple aplicaţii, precum transferul de informaţii volatile în stocuri sau memorii sigure. Cu sau fără gulaş, teleportarea a stârnit agitaţie, pentru că a deschis noi posibilităţi pentru foarte realul, dar încă evazivul vis al calculului cuantic.

Ideea unui computer cuantic este ciudată. Richard Feynman a ales ciudăţenia drept punct de start în 1981, vorbind la MIT, atunci când a explorat pentru prima dată posibilitatea de a folosi un sistem cuantic pentru a calcula probleme cuantice grele. El a început cu o digresiune voit obraznică - “Secret! Secret! închideţi uşile.. .”.

Noi am avut întotdeauna mari dificultăţi în înţelegerea viziunii despre lume pe care o reprezintă mecanica cuantică. Eu cel puţin am, pentru că sunt destul de bătrân [avea şaizeci şi doi de ani] şi nu am ajuns până la punctul în care chestia asta să-mi fie evidentă. OK, încă mă

enervează. încă nu mi-este evident că nu e nicio problemă reală. Nu pot să definesc problema reală, prin urmare bănuiesc că nu e nicio problemă reală, dar nu sunt sigur că nu e nicio problemă reală.29

El ştia foarte bine care era problema pentru calcul - pentru simularea fizicii cuantice pe un computer. Problema era probabilitatea. Fiecare variabilă cuantică implica probabilităţi, ceea ce făcea ca dificultatea calculului să crească exponenţial. “Numărul biţilor de informaţie este acelaşi cu numărul de puncte din spaţiu şi, prin urmare, ar trebui să aveţi ceva de genul *NN* configuraţii de descris pentru a elimina probabilitatea şi asta e prea mult de dus pentru computerele noastre.... Este, aşadar, imposibil, conform regulilor enunţate, să se simuleze prin calcul probabilitatea.”

Aşa că el a propus să se lupte foc cu foc. “Celălat mod de a simula o Natură probabilistă, pe care o voi numi deocamdată *N*, ar putea fi încă să simulăm Natura probabilistă pe un computer C care este el însuşi probabilistic.” Un computer cuantic nu ar fi o maşină Turing, a spus el. Ar fi ceva cu totul nou.

“Intuiţia lui Feynman”, spune Bennett, “a fost aceea că un sistem cuantic, într-un anumit sens, îşi calculează tot timpul propriul său viitor. S-ar putea spune că este un computer analog cu propria sa dinamică”.30 Cercetătorii şi-au dat repede seama că, dacă un computer cuantic avea puteri speciale de pătrundere în adâncime a simulării fizicii, atunci ar putea fi capabil să rezolve tot atât de bine alte tipuri de probleme intratabile.

Puterea vine din acel obiect sclipitor, intangibil care este qubitul. Probabilităţile sunt încorporate. Faptul că încorporează o suprapunere de stări îi conferă qubitului mai multă putere decât bitului clasic, aflat întotdeauna într-o singură stare sau în alta, zero sau unu, “un destul de mizerabil specimen de vector bidimensional”, după cum spune David Mermin.31 “Atunci când am învăţat să

numărăm pe lipicioasele noastre degeţele clasice, am fost induşi în eroare", a spus sec Rolf Landauer. "Am crezut că un număr întreg trebuie să aibă o valoare particulară şi unică." Dar nu - nu în lumea reală, ceea ce înseamnă a spune lumea cuantică.

în calculul cuantic, qubiţi multipli simt entangtlaţi. A pune la treabă qubiţii laolaltă nu doar multiplică simplu puterea lor; puterea creşte exponenţial. In calculul clasic, unde un bit este sau-sau, *n* biţi pot să codifice oricare din 2" valori. Qubiţii pot să codifice aceste valori booleene odată cu toate suprapunerile lor posibile. Aceasta conferă unui computer cuantic potenţialul de procesare paralelă fără niciun echivalent clasic. Astfel, computerele cuantice - în teorie - pot să rezolve anumite clase de probleme care, altminteri, au fost considerate irealizabile din punct de vedere informatic.

Un exemplu este descoperirea factorilor primi ai numerelor foarte mari. Aceasta se întâmplă să fie cheia pentru spargerea celor mai răspândiţi algoritmi criptografici uzitaţi în prezent, mai ales în cifrarea RSA.32 Comerţul mondial pe internet depinde de ea. De fapt, numărul foarte mare este o cheie publică folosită pentru incifrarea unui mesaj; dacă spionii pot să afle factorii săi primi (de asemenea foarte mari), ei pot să descifreze mesajul. Dar, dacă este uşor să înmulţeşti o pereche de numere prime, operaţia inversă este extrem de dificilă. Procedura este o cale informaţională cu sens unic. Aşa că factorizarea numerelor RSA a fost o provocare pentru calculul automat clasic. în decembrie 2009, o echipă răspândită la Lausanne, Amsterdam, Tokyo, Paris, Bonn şi Redmond, Washington, a folosit multe sute de maşini, care au lucrat aproape doi ani, ca să descopere că
1230186684530117755130
4949583849627207728535695953347921973224521517264005072
6365751874520219978646938995647494277406384592519255732

630345373154826850791702612214291346167042921431160222124047927473779408066515141959745985690214341333478071698956898780604416984821269081770479498371376856891243138898288379387800228761471165253174 3087737814467999489 şi 3674604366679959042824463379962795263227915816434308764267603228381573966651127923337341 714339681027009279873630891 7. Ei au estimat că procesul de calcul a efectuat peste IO20 operaţii.33

Acesta era unul dintre numerele RSA mai mici, dar, dacă soluţia ar fi venit mai devreme, echipa ar fi câştigat premiul de 50 000 de dolari oferit de RSA Laboratories. In ceea ce priveşte calculul clasic, o astfel de cripare este considerată pe deplin sigură. Numerele şi mai mari necesită un timp ce creşte exponenţial şi, la un anumit punct, timpul depăşește vârsta universului.

Calculul cuantic este altceva. Capacitatea unui computer cuantic de a ocupa multe stări simultan deschide noi perspective. în 1994, înainte să fi ştiut cineva cum să se construiască efectiv vreun fel de computer cuantic, un matematician de la Bell Labs şi-a dat seama cum să programeze unul care să rezolve problema factorizării. Acesta era Peter Shor, un copil-minune în materie de rezolvare de probleme, care s-a distins foarte devreme la olimpiadele de matematică şi în alte competiţii cu premii. Ingeniosul său algoritm, care a deschis un câmp larg, este numit simplu de către el algoritm de factorizare, iar de către oricine altcineva algoritmul Shor. Peste doi ani, Lov Grover, tot de la Bell Labs, a ieşit cu un algoritm cuantic pentru cercetarea unei vaste baze de date neselectate.

Este dificila problemă canonică pentru o lume ce conţine nelimitat de multe informaţii - ace şi care cu fân.

“Computerele cuantice erau o revoluţie fundamentală”, a spus, în 2009, auditorilor săi, Dorit Aharonov de la Universitatea Ebraică. “Revoluţia a fost lansată de algoritmul lui Shor. Insă *motivul* revoluţiei - în afară de uimitoarele implicaţii practice - este acela că redefineşte ce este o problemă *uşoară* şi ce este una *grea*.”*34*

Ceea ce le conferă computerelor cuantice forţa lor face, totodată, extrem de dificil lucrul cu ele. A extrage informaţii dintr-un sistem înseamnă să-l observi, şi a observa un sistem înseamnă să interferezi cu magia cuantică. Qubiţii nu pot fi urmăriţi în timp ce efectuează exponenţial numeroasele lor operaţii în paralel; măsurarea acelei reţele fantomatice de posibilităţi reduce qubitul la un bit clasic. Informaţia cuantică este fragilă. Singurul mod de a afla rezultatul unui calcul este să aştepţi până când lucrul cuantic este gata.

Informaţia cuantică este ca un vis - evanescentă, nicicând existând la fel de ferm ca un cuvânt de pe o pagină tipărită. “Mulţi oameni pot să citească o carte şi să primească acelaşi mesaj”, spune Bennett, “însă, încercând să le vorbeşti oamenilor despre visul tău, modifici amintirea lui, aşa că, în cele din urmă, uiţi visul şi îţi aminteşti doar ceea ce ai spus despre el”. Ştergerea cuantică, în schimb, se ridică la nivelul unei adevărate negaţii a ceea ce s-a făcut: “Se poate spune, pe bună dreptate, că însuşi Dumnezeu a uitat”.35

Cât despre Shannon, el nu a putut să fie martorul înfloririi seminţelor pe care le-a sădit. “Dacă Shannon ar fi prin preajmă, aş spune că ar fi foarte entuziasmat de capacitatea unui canal asistat de entanglement”, spune Bennett. “Aceeaşi formă, o generalizare a formulei lui Shannon, acoperă atât canalele clasice, cât şi pe cele cuantice într-un mod foarte elegant. Astfel încât este destul de bine stabilit că generalizarea cuantică a informaţiei clasice a condus la o mai curată şi mai puternică teorie, atât a calculului, cât şi a comunicării.”36 Shannon a trăit

până în 2001, în ultimii săi ani fiind umbrit şi izolat de boala ştergerii, Alzheimer. Viaţa lui a acoperit secolul XX şi a contribuit la definirea acestuia. Mai mult decât oricine, el a fost părintele erei informaţiei. Ciberspaţiul este parţial creaţia lui; el nu a ştiut-o niciodată, deşi i-a spus ultimului interlocutor care i-a luat un interviu, în 1987, că investiga ideea camerelor de oglinzi: “Să rezolvi toate camerele de oglinzi posibile care au sens, în aceea că dacă te uiţi în orice direcţie din interiorul uneia, spaţiul ar fi divizat într-o mulţime de încăperi, iar tu ai fi în fiecare din ele şi asta ar continua la infinit fără contradicţie”.37 Spera să construiască o galerie de oglinzi în casa lui de lângă MIT, dar nu a făcut-o.

John Wheeler a fost acela care a lăsat în urma lui o agendă pentru ştiinţa cuantică a informaţiei - o modestă listă de sarcini pentru următoarea generaţie de fizicieni şi informaticieni laolaltă:

“Traduceţi versiunile cuantice ale teoriei corzilor şi ale geometrodinamicii lui Einstein din limbajul continuumului în limbajul bitului”, îi îndemna el pe urmaşii săi.

“Studiaţi unul câte unul, cu un ochi imaginativ, puternicele instrumente pe care matematica - inclusiv logica matematică - le-a cucerit... şi, pentru fiecare dintre aceste tehnici, elaboraţi transcrierea în lumea biţilor.”

Şi: “De la evoluţia roţi-peste-roţi-peste-roţi a programării computerelor săpaţi, sistematizaţi şi prezentaţi fiecare trăsătură care iluminează structura nivel-peste-nivel-peste-nivel a fizicii”.

Şi: zzIn sfârşit. Deplângeţi? Nu, sărbătoriţi absenţa unei definiţii curate şi clare a termenului «bit» ca unitate elementară în stabilirea semnificaţiei.... Dacă şi când învăţăm cum să combinăm biţi în numere fantastic de mari pentru a obţine ceea ce numim existenţă, vom şti mai bine ce înţelegem atât prin bit, cât şi prin existenţă”.38

Aceasta este provocarea rămasă, şi nu numai pentru oamenii de ştiinţă: stabilirea semnificaţiei.

14

DUPĂ POTOP

(UN MARE ALBUM AL BABELULUI)

Presupuneţi că în fiecare carte există o altă carte şi că în fiecare literă de pe fiecare pagină un alt volum se deschide mereu; dar aceste volume nu ocupă niciun spaţiu pe birou. Presupuneţi că întreaga cunoaştere poate fi redusă la o chintesenţă, conţinută într-o imagine, într-un semn, cuprinsă într-un loc ce nu este nicăieri.1

- Hilary Mantei (2009)

“universul (pe care alţii îl numesc Biblioteca) “2

Astfel şi-a început Jorge Luis Borges nuvela sa din 1941 *Biblioteca din Babei*, despre biblioteca mitică ce conţine toate cărţile, în toate limbile, cărţi apologetice şi profetice, evanghelia şi comentariile Evangheliei şi comentariile comentariilor Evangheliei, istoria minuţioasă a viitorului, interpolările tuturor cărţilor în toate celelalte cărţi, catalogul fidel al bibliotecii şi nenumăratele false cataloage. Biblioteca (pe care alţii o numesc universul) păstrează cu evlavie toate informaţiile. Şi totuşi, nicio cunoaştere nu se poate descoperi în ea, tocmai pentru că întreaga cunoaştere este acolo, pusă în rafturi alături de toate falsurile. în galeriile dispuse în oglindă, pe nenumăratele rafturi, se poate găsi orice şi nimic. Nu poate exista un caz mai desăvârşit de suprasaturaţie informaţională.

Ne facem propriile noastre depozite. Persistenţa informaţiei, dificultatea de a uita, atât de caracteristică vremurilor noastre, sporeşte confuzia. Pe măsură ce gratuita, amatoarea, colectiva enciclopedie ordine Wikipedia a început să depăşească toate enciclopediile tipărite din lume în volum şi profunzime, editorii şi-au dat seama că prea multe nume au identităţi multiple. Au elaborat o politică de dezambiguizare, care a dus la crearea paginilor de dezambiguizare - o sută de mii şi mai mult. De exemplu, un utilizator care caută prin galeriile labirintului Wikipedia cuvântul “Babei” găseşte “Babei (dezambiguizare)”, care

conduce pe rând la numele ebraic al Babilonului antic, la Tumul Babei, la un ziar irakian, o carte de Patti Smith, un ziarist sovietic, un jurnal pedagogic din Australia, un film, o casă de discuri, o insulă din Australia, doi munţi diferiţi din Canada şi “o planetă neutră din universul fictiv Star Trek”. Şi mai mult. Traseele de dezambiguizare se bifurcă iar şi iar. De exemplu, “Tumul Babei (dezambiguizare)” listează, pe lângă povestea din Vechiul Testament, cântece, jocuri, cărţi, un tablou de Brueghel, o gravură în lemn de Escher şi “cartea de Tarot” Am făcut multe turnuri ale lui Babei.

Cu mult timp înainte de Wikipedia, Borges a mai scris despre enciclopedia “eronat numită *The Anglo-American Cyclopedia* (New York, 1917)”, o harababură de ficţiuni amestecate cu fapte, o altă galerie de oglinzi şi erori de tipar, un compendiu de informaţii pure şi impure, care îşi construieşte propria sa lume. Lumea se numeşte Hön. “Se presupune că această minunată lume nouă este opera unei societăţi secrete de astronomi, biologi, ingineri, metafizicieni, poeţi, chimişti, algebrişti, moralişti, pictori, geometri....”, scrie Borges. “Acest plan este atât de vast, încât contribuţia fiecărui autor este infinitezimală. La început s-a crezut că Hön era doar un haos, o iresponsabilă licenţă a imaginaţiei; acum se ştie că este un cosmos.”3 Pe bună dreptate, maestrul argentinian a fost luat drept un profet (“unchiul nostru eresiarh”4, spune William Gibson) de către o altă generaţie de scriitori din era informaţiei.

Cu mult timp înainte de Borges, imaginaţia lui Charles Babbage a invocat o altă bibliotecă din Babel. El a găsit-o chiar în aer: o înregistrare, turbulentă, însă permanentă, a fiecărei rostiri omeneşti.

Ce haos bizar este această vastă atmosferă pe care o respirăm! Aerul însuşi este o imensă bibliotecă, pe ale cărei pagini e scris pe vecie tot ceea ce a spus bărbatul şi femeia a şoptit vreodată. Acolo, în caracterele lor nestatornice, dar infailibile, amestecate cu cele dintâi, dar şi cu cele din urmă suspine ale mortalităţii, se află înregistrate pentru

totdeauna jurăminte încălcate, promisiuni neonorate, perpetuând în mişcările solidare ale fiecărei particule, mărturia voinţei schimbătoare a omului.5

Urmând cu nerăbdare opera lui Babbage, Edgar Allan Poe a prins ideea. “Niciun gând nu poate să piară”, a scris el în 1845, într-un dialog între doi îngeri. “Nu ţi-a trecut prin minte un gând despre puterea fizică a cuvintelor? Nu este fiecare cuvânt un impuls în aer?” Mai departe, fiecare impuls vibrează indefinit în afară, “în sus şi înainte influenţând toate particulele din întrega materie”, până când trebuie “în cele din urmă să-şi pună amprenta asupra fiecărui lucru individual care există în univers”. Poe îl cita, de asemenea, pe adeptul lui Newton, Pierre-Simon Laplace. “O fiinţă cu înţelegere infinită”, a scris Poe, una căreia perfecţiunea analizei algebrice i se descoperă” ar putea să urmărească ondulaţiile înapoi până la sursa lor.6

Babbage şi Poe au adoptat o perspectivă informaţional-teoretică asupra noii fizici. Laplace expusese un determinism newtonian mecanicist perfect, argumentând în favoarea unui univers de tip ceasornic, în care nimic nu este lăsat la voia întâmplării. întrucât legile fizicii se aplică în egală măsură corpurilor cereşti şi celor mai minuscule particule, şi, pentru că ele acţionează cu perfectă siguranţă, atunci neîndoielnic (spunea Laplace) starea universului în fiecare moment dat decurge inexorabil din trecut şi trebuie să conducă la fel de neabătut către viitor. Era prea devreme să se conceapă incertitudinea cuantică, teoria haosului sau limitele calculabilităţii. Dramatizând determinismul său perfect, Laplace ne cere să ne închipuim o fiinţă - o “inteligenţă” - capabilă de cunoaştere perfectă:

Ea ar cuprinde în aceeaşi formulă mişcările celor mai mari corpuri ale universului şi ale celui mai minuscul atom; pentru ea, nimic nu ar fi incert, iar viitorul, precum şi trecutul ar fi prezente în faţa ochilor săi.7

Nimic din ceea ce a scris Laplace nu a ajuns mai celebru decât experimentul lui mental. El făcea inutilă nu numai voinţa lui Dumnezeu, ci şi pe cea umană. Pentru savanţi, acest newtonianism extrem părea un motiv de optimism. Lui Babbage, natura i se părea dintr-odată să semene cu o imensă maşină de calcul, o versiune grandioasă a propriei sale maşini deterministe: "întorcând privirea de la aceste simple consecinţe ale juxtapunerii câtorva rotiţe, este imposibil să nu percepem rationarea paralelă, aşa cum se aplică măreţelor şi mult mai complexelor fenomene ale naturii".8 Fiecare atom, odată atins, trebuie să-şi transmită mişcarea sa celorlalţi şi aceştia, la rândul lor, influenţează undele de aer şi niciun impuls nu este vreodată pe de-a-ntregul pierdut. Dâra oricărei canoe rămâne undeva în ocean. Babbage, al cărui înregistrator cu peniţă trasa pe un sul de hârtie istoria unei călătorii cu trenul, a văzut informaţia, anterior ceva evanescent, ca pe o serie de amprente care erau sau puteau fi păstrate. Fonograful, care imprima sunetul în folie metalică sau în ceară, abia urma să fie inventat, dar Babbage a putut să vadă atmosfera ca pe o forţă motrice având următoarea semnificaţie: "Toţi atomii care au fost imprimaţi cu bine şi cu rău... făcând parte din filosofi şi înţelepți, amestecaţi şi combinaţi în zece mii de feluri cu tot ceea ce este lipsit de valoare şi josnic". Fiecare cuvânt spus vreodată, fie auzit de o sută de ascultători, fie neauzit de nimeni, departe de a fi dispărut în aer, lasă urma sa de neşters, înregistrarea completă a rostirilor omeneşti fiind încifrată de legile mişcării şi capabilă, în teorie, să fie recuperată - dată fiind suficientă putere de calcul.

Era o viziune supraoptimistă. Totuşi, în acelaşi an în care Babbage şi-a publicat eseul, artistul şi chimistul Louis Daguerre din Paris a pus la punct mijlocul său de captare a imaginilor vizuale pe plăci suflate cu argint. Concurentul său englez, William Fox Talbot, a numit aceasta "arta desenului fotogenic sau a formării tablourilor şi a imaginilor obiectelor naturale prin intermediul luminii solare". Talbot a

văzut ceva de genul memelor. “Prin intermediul dispozitivului”, a scris el, “nu artistul face imaginea, ci imaginea se face pe sine”.9 Acum, imaginile care ne zboară prin faţa ochilor pot fi îngheţate, imprimate pe o substanţă, făcute permanente.

Pictând sau desenând, un artist - cu pricepere, exerciţiu şi multă muncă - reconstruieşte ceea ce ochiul poată să vadă. Prin contrast, un dagherotip este, într-un anumit sens, lucrul însuşi - informaţia, stocată, într-o clipită. Era inimaginabil, dar iată-l. Posibilităţile suceau minţile. Odată începută depozitarea, unde avea să se oprească? Un eseist american a legat de îndată fotografia cu biblioteca atmosferică de sunete a lui Babbage: Babbage a spus că fiecare cuvânt era înregistrat undeva în aer, poate că şi fiecare imagine, de asemenea, îşi lăsa amprenta permanentă - undeva.

De fapt, există un mare album al Babelului. însă ce-ar fi dacă marea îndeletnicire a soarelui ar fi să ţină o evidenţă similară şi să scoată impresii ale chipurilor noastre şi imagini ale acţiunilor noastre; şi astfel contrartuturorcelor ştiute de noi, alte lumi pot fi populate şi conduse cu imagini de persoane şi tranzacţii extrase de aici şi duse dincolo; întreaga natură universală nefiind nimic altceva decât structuri fonetice şi fotogenice.10

Universul, pe care alţii l-au numit bibliotecă sau album, a ajuns, pe urmă, să semene cu un computer. Alan Turing poate să fi fost primul care să bage de seamă acest lucru: observând că, aidoma universului, computerul este cel mai bine văzut ca o colecţie de stări şi că starea maşinii din orice moment conduce la starea din momentul următor, astfel încât întregul viitor al maşinii trebuie să fie previzibil de la starea iniţială şi semnalele sale de input.

Universul îşi calculează propriul destin.

Turing a remarcat că visul de perfecţiune al lui Laplace poate fi posibil într-o maşină, dar nu în univers, datorită unui fenomen care, peste o generaţie, avea să fie

descoperit de teoria haosului şi numit efectul de fluture. Turing l-a descris astfel în 1950:

Sistemul “universului ca întreg” e de aşa natură încât chiar nişte erori minuscule în condiţiile iniţiale pot avea un efect covârşitor după un timp. Plasarea greşită a unui singur electron cu o milionime de centimetru la un moment dat poate să facă diferenţa dintre uciderea unui om de către o avalanşă şi salvarea lui.11

Dacă universul este un computer, putem încă să ne străduim să avem acces la memoria sa.

Dacă este o bibliotecă, este una fără rafturi. Când toate sunetele din lume se dispersează prin atmosferă, niciun cuvânt nu este lăsat să se ataşeze de niciunui grup particular de atomi. Cuvintele sunt peste tot şi nicăieri. Acesta este motivul pentru care Babbage a numit acest depozit de informaţie un “haos”, încă o dată, era cu un pas înaintea vremii sale.

Atunci când anticii au făcut lista celor Şapte Minuni ale Lumii, au inclus pe listă Farul din Alexandria, un turn de piatră de 122 metri înălţime, construit ca să-i ajute pe marinari, însă au trecut cu vederea biblioteca din apropiere. Tezaurizând sute de mii de suluri de papirus, biblioteca a păstrat cea mai mare colecţie de cunoştinţe de pe pământ, timp de câteva secole. începând din secolul al III-lea î.Hr., ea a slujit ambiţiei ptolemeilor de a cumpăra, fura sau copia toate scrierile cunoscute din lumea ştiută pe atunci. Biblioteca i-a permis Alexandriei să întreacă Atena ca focar intelectual. Poliţele şi arcadele sale cuprindeau piesele scrise de Sofocle, Eschil şi Euripide; matematica lui Euclid şi Eratostene; poezie, texte medicale, hărţi stelare, scrieri mistice - “aşa o vâlvătaie de cunoaştere şi descoperire”, declara H.G. Wells, “cum lumea nu avea să mai vadă până în secolul al XVI-lea. Este adevăratul început al istoriei modeme”.12 Tumul se înălţa trufaş, însă biblioteca era adevărata minune. Apoi a ars.

Cum exact s-a întâmplat nimeni nu va şti vreodată. Probabil s-a întâmplat de mai multe ori. Cuceritorii răzbunători ard cărţile ca şi cum sufletele inamicilor s-ar găsi şi ele acolo. “Romanii au ars cărţile evreilor, ale creştinilor şi ale filosofilor”, nota Isaac Disraeli în secolul al XIX-lea. “Evreii au ars cărţile creştinilor şi ale păgânilor; iar creştinii au ars cărţile păgânilor şi ale evreilor.”13 Dinastia Qin a ars cărţile Chinei ca să şteargă istoria anterioară. Ştergerea a fost eficientă, cuvântul scris fiind fragil. Ceea ce avem din Sofocle nu reprezintă nici a zecea parte din piesele sale. Ceea ce avem din Aristotel este, în cea mai mare parte, la mâna a doua sau a treia. Pentru istoricii care cercetează trecutul, distrugerea Marii Biblioteci este un eveniment la limita orizontului, un hotar dincolo de care informaţia nu trece. Nici măcar un catalog parţial nu a supravieţuit flăcărilor.

“Toate piesele pierdute ale atenienilor!”, boceşte Thomasina (o tânără matematiciană care seamănă cu Ada Byron) în faţa învăţătorului său, Septimus, în drama lui Tom Stoppard, *Arcadia*. “Mii de poezii - biblioteca lui Aristotel... Cum putem să dormim de durere?”

“Numărându-ne vitele”, răspunde Septimus.

N-ar trebui să jeleşti pentru restul mai mult decât pentru o cataramă pierdută de la primul tău pantof sau pentru manualul de şcoală care se va pierde când creşti mare. Lepădăm şi culegem deopotrivă lucruri, ca nişte călători care trebuie să ca re totul în braţe şi ceea ce lăsăm noi să cadă pe jos va fi ridicat de către cei din urma noastră. Procesiunea este foarte lungă, iar viaţa este foarte scurtă. Noi murim în marş. Dar, în afara marşului, nu e nimic, aşa că nimic nu se poate pierde pe drumul lui. Piesele pierdute ale lui Sofocle se vor întoarce bucată cu bucată sau vor fi scrise din nou într-o altă limbă.14

Oricum, potrivit lui Borges, piesele pierdute pot fi găsite în Biblioteca din Babei.

în onoarea bibliotecii pierdute, Wikipedia a strâns sute dintre editorii săi la Alexandria în cea de-a opta vară a existenţei sale - oameni numiţi Shipmaster, Brassratgirl, Notafish şi Jimbo, care, de obicei, se întâlnesc numai ordine. Peste 7 milioane de asemenea nume de utilizatori fuseseră înregistrate până atunci; pelerinii veneau din patruzeci şi cinci de ţări, plătindu-şi drumul, cărând laptopuri, făcând schimb de experienţă, purtându-şi fervoarea pe T-shirts. Pe atunci, în iulie 2008, Wikipedia cuprindea 2,5 milioane de articole în limba engleză, mai mult decât toate enciclopediile tipărite din toată lumea şi un total de 11 milioane în 264 de limbi, printre care wolof, twi şi olandeza din Saxonia Inferioară, dar nu şi chocktaw, exclusă după votul comunităţii după ce s-au realizat numai cincisprezece articole, sau klingoniana, considerată a fi un “construct” lingvistic, dacă nu de-a dreptul o limbă fictivă. Wikipedienii se consideră drept moştenitorii Marii Biblioteci, misiunea lor fiind să adune toată cunoaşterea înregistrată. Totuşi, ei nu colecţionează şi conservă texte existente. Ei încearcă să rezume cunoaşterea împărtăşită, separat de şi în afara indivizilor care ar fi putut să creadă că este a lor.

Ca şi biblioteca imaginară a lui Borges, Wikipedia începe să pară nelimitată. Mai multe zeci de Wikipedii non-englezeşti au, fiecare, un articol despre Pokémon, schimbul de cârduri cu ilustraţii tematice, seriile manga şi francize media. Wikipedia englezească a început cu un articol şi apoi a crescut o adevărată junglă. Există o pagină pentru “Pokémon (dezambiguizare)”, necesară, printre alte motive, în caz că cineva caută oncogenul Ztb7, care a fost denumit Pokemon (pentru factorul eritroid mieloid ontogenie POK), până când avocaţii brandului Nintendo au ameninţat cu tribunalul. Există cel puţin cinci articole principale despre culturile populare Pokémon, iar acestea proliferează articole secundare şi colaterale, despre regiunile, itemii, episoadele TV, tacticile de joc Pokémon şi despre toate cele 493 de creaturi, eroi, protagonişti, rivali,

aliaţi şi clone, de la Bulbasaur până la Arceus. Toate sunt documentate cu grijă şi editate cu acurateţe, pentru a fi siguri că sunt de încredere şi adevărate în universul Pokémon, care, într-un anumit sens, nu există. înapoi în lumea reală, Wikipedia are, sau aspiră să aibă, articole detaliate ce descriu rutele, intersecţiile şi istoriile fiecărei autostrăzi numerotate şi ale fiecărui drum din Statele Unite. (“Route 273 [New York State, neautorizată din 1980] începea la o intersecţie cu U. S. Route 4 din Whitehall. După intersecţie, şoseaua trecea pe lângă Our Lady of Angels Cemetery, unde cotea spre sud-est. Şoseaua 273 trecea pe la poalele lui Ore Red Hill, dincolo de Whitehall. Lângă Ore Red Hill, autostrada se intersecta cu un drum local, care făcea legătura cu US 4.”) Există pagini pentru fiecare enzimă şi genă umană din câte se cunosc. *Encyclopaedia Britannica* nu a aspirat niciodată la o asemenea amploare. Cum ar fi putut, fiind făcută din hârtie?

Singulară printre marile întreprinderi ale Intemetului timpuriu, Wikipedia nu a fost un business; nu a făcut bani, doar a pierdut. A fost susţinută de o societate nonprofit, înfiinţată în acest scop. In momentul în care enciclopedia avea 50 de milioane de utilizatori zilnic, fundaţia avea optsprezece salariaţi, printre care unul din Germania, unul din Olanda, unul din Australia şi un avocat, iar toţi ceilalţi erau voluntari: milioane de contributori, o mie sau mai multi “administratori” şi, mereu prezent, fondatorul şi autointitulatul “lider spiritual”, Jimmy Wales. Iniţial, Wales nu plănuise dezlânata, haotica, diletanta, amatoristica, parvenita gratis-pentru-toţi harababură care a devenit în scurt timp Wikipedia. Potenţiala enciclopedie a început cu o listă de experţi, cu atestate academice, verificări şi evaluări *inter pares*. Insă ideea wiki s-a impus şi a preluat frâiele, vrând-nevrând. Un “wiki”, din cuvântul hawaian “rapid”, era un web site care putea fi nu numai vizitat, ci şi editat de către oricine. Un wiki era, prin urmare, autocreat sau, cel puţin, autosusţinut.

La început, Wikipedia a apărut pentru utilizatorii de internet cu o autocaracterizare simplă:

HomePage

Puteţi edita această pagină chiar acum! Este un proiect gratuit, comunitar.

Bine aţi venit pe Wikipedia! Scriem o enciclopedie de la zero, în colaborare. Am început lucrul în ianuarie 2001. Avem deja peste 3 000 de pagini. Vrem să facem peste 100 000. Aşa că, să trecem la treabă! Scrieţi puţin (sau mult) despre ceea ce ştiţi! Citiţi aici mesajul nostru de salut: Sunteţi bineveniţi, nou-veniţi!

Caracterul fragmentar al acoperirii din acel prim an poate fi estimat uitându-ne pe lista articolelor solicitate. Sub titlul Religie: “Catolicism? - Satan? - Zoroastru? - Mitologie?”. La Tehnologie: “motor cu combustie internă? - dirijabil? - display cu cristale lichide? - lărgime de bandă?”. La Folclor: “(Dacă doriţi să scrieţi despre folclor, vă rugăm să propuneţi o listă de teme folclorice care sunt efectiv recunoscute ca teme distincte, semnificative legate de folclor, subiect despre care nu e probabil să ştiţi multe dacă tot ceea ce aţi făcut pe această linie este să fi jucat Dungeons and Dragons, vezi infra)”.15 Dungeons and Dragons - Donjoane şi dragoni - era deja bine acoperit. Wikipedia nu era în căutare de boarfe şi zdrenţe, dar nu le dispreţuia. Peste câţiva ani, la Alexandria, Jimmy Wales a spus: “Toţi acei oameni care scriu obsesiv despre Britney Spears, familia Simpson sau Pokémon - nu este adevărat că ar trebui să-i redirecţionăm spre a scrie despre concepte obscure din fizică. Wiki nu este pe hârtie, iar timpul lor nu ne aparţine. Nu putem spune: «De ce ţinem aceşti angajaţi care fac o treabă atât de inutilă?». Ei nu fac rău nimănui. Să-i lăsăm să scrie”.

“Wiki nu este pe hârtie” era mottoul neoficial. Autoreferenţial, expresia are propria sa pagină în enciclopedie (vezi şi “Wiki ist kein Papier” şi “Wikipédia n'este pas sur papier”). înseamnă că nu există nicio limită

fizică sau economică în ceea ce priveşte numărul sau lungimea articolelor. Biţii sunt gratis. “Orice metaforă legată de hârtie sau de spaţiu e moartă”, după cum a spus Wales.

Wikipedia s-a descoperit pe sine ca pilon al culturii cu neaşteptată viteză, în parte datorită neplanificatei sale relaţii sinergetice cu Google. A devenit un studiu de caz pentru inteligenţa colectivă: utilizatori care dezbat la nesfârşit soliditatea - în teorie şi în actualitate - a unor articole scrise pe un ton autoritar de către nişte inşi fără atestate, fără identitate verificabilă şi cu prejudecăţi neştiute. Era notoriu faptul că Wikipedia a fost ţinta unor acte de vandalism. Ea a scos la iveală dificultăţile - poate imposibilitatea - atingerii unui consens neutru într-o realitate tumultuoasă, frământată de dispute. Procesul era afectat de aşa-zisele războaie de editare, în care contributorii în conflict nu încetau să-şi anuleze reciproc modificările. La sfârşitul lui 2006, indivizii preocupaţi de “Pisică” nu puteau să cadă de acord dacă o persoană având o pisică este “proprietarul”, “îngrijitorul” sau “companionul” său uman. într-un răstimp de trei săptămâni, disputa a căpătat proporţiile unei cărticele. Au fost războaie de editare legate de virgule şi zei, războaie zadarnice legate de ortografie, pronunţie şi dispute geopolitice. Alte războaie de editare au scos la iveală maleabilitatea cuvintelor. Era Conch Republic (Key West, Florida) o “micronaţiune”? Era o anumită fotografie cu un urs polar “cute” - drăguţă? Experţii aveau opinii diferite şi toţi erau experţi.

După un vacarm ocazional, articolele tind să se fixeze înspre permanenţă; totuşi, dacă proiectul pare să se apropie de un fel de echilibru, este cu toate acestea dinamic şi instabil, în universul Wikipedia, realitatea nu poate fi încremenită cu premeditare. Ideea era o iluzie creată în parte de enciclopedia de hârtie legată în piele. Denis Diderot ţintea în *Encyclopédie*, publicată la Paris începând din 1751, “să colecţioneze toată cunoaşterea risipită astăzi pe faţa pământului, pentru a face cunoscută

structura ei generală oamenilor cu care coexistăm în prezent şi să o transmitem celor ce vor veni după noi". *Britannica*, prima oară scoasă la Edinburgh în 1768, într-o sută de fascicule săptămânale, şase pence bucata, poartă acelaşi halo de autoritate. Părea terminată - cu fiecare ediţie. Nu avea echivalent în nicio altă limbă. Chiar şi aşa, experţii responsabili pentru cea de-a treia ediţie ("în optsprezece volume, în mare măsură îmbunătăţită"), la un secol după *Principia* lui Isaac Newton, încă nu erau în stare să susţină teoria lui, sau oricare alta, privind gravitaţia. "Au fost mari dispute", afirma *Britannica*.

Mulţi filosofi eminenţi, printre care însuşi Sir Isaac Newton, au considerat-o a fi prima dintre toate cauzele secunde; o substanţă incorporală sau spirituală, care nu poate fi niciodată percepută nicicum altfel decât prin efectele ei; o proprietate universală a materiei etc. Alţii au încercat să explice fenomenele gravitaţiei prin acţiunea unui foarte subtil fluid eteric; şi acestei explicaţii Sir Isaac Newton, în ultima parte a vieţii sale, pare să-i nu fi fost adversar. El a emis chiar o ipoteză privind materia în care acest fluid ar putea să ocazioneze aceste fenomene. Dar, pentru o prezentare completă a stadiului acestei dispute în prezent, vezi articolele Filosofia newtoniană, Astronomie, Atmosferă, Pământ, Electricitate, Foc, Lumină, Atracţie, Respingere, Plenum, Vacuum etc.

întrucât *Britannica* avea autoritate, teoria lui Newton privind gravitaţia nu era încă o formă de cunoaştere.

Wikipedia repudiază acest gen de autoritate. Instituţiile academice îşi declară oficial neîncrederea în ea. Jurnaliştilor li se ordonă să nu se bazeze pe ea. Şi totuşi, ea capătă autoritate. Dacă cineva doreşte să ştie câte state americane cuprind un ţinut numit Montgomery County, cine nu va crede lista de optsprezece din Wikipedia? Unde în alte parte poate să caute cineva o statistică atât de obscură - generată prin însumarea cunoştinţelor a sute de mii de oameni, fiecare dintre ei putând să cunoască doar un

anumit Montgomery County? Wikipedia prezintă un articol de mare popularitate, numit “Erori în *Enyclopaedia Britannica* ce au fost corectate în Wikipedia” Articolul este, desigur, mereu în dezvoltare. Toată Wikipedia este. In orice moment, cititorul surprinde o versiune în zbor a adevărului.

Atunci când Wikipedia afirmă, în articolul “îmbătrânire”,

După o perioadă de perfectă regenerare (la oameni între 20 şi 35 de ani [necesar citat], bătrâneţea organismului se caracterizează prin declinul capacităţii de a reacţiona la stres, sporit dezechilibru homeostatic şi risc crescut de îmbolnăvi re. Această serie ireversibilă de modificări conduce inevitabil la moarte, un cititor trebuie să creadă toate acestea; totuşi, vreme de un minut, dimineaţa devreme, pe 20 decembrie 2007, întregul articol a cuprins în schimb o singură propoziţie: “îmbătrânirea e ceea ce obţii când eşti naşpa de babalâc babalâc babalâc”16. Acest gen evident de vandalism cu greu poate să dureze cât de puţin. Detectarea şi anularea lui le fac roboţii antivandalism şi legiuni de luptători umani împotriva vandalismului, multi dintre ei mândri membri ai Task Force şi Unităţii de Contra-Vandalism. Potrivit unei maxime populare, lansate de către un vandal frustrat, “pe Wikipedia există o conspiraţie gigantică ce încearcă să pună articolele în acord cu realitatea”. E destul de corect. O conspiraţie este tot ceea ce poate să spere Wikipedia şi adesea este suficient.

Lewis Carroll, spre sfârşitul secolului al XIX-lea, a descris o fictivă hartă extremă, ce reprezenta lumea la scară unitară, o milă la o milă. “Nu a fost însă desfăşurată niciodată. Fermierii s-au opus: au spus că ar acoperi toată ţara şi ar astupa lumina soarelui.”18 Ideea nu le-a scăpat wikipedienilor. Unii sunt la curent cu o dezbatere purtată în secţiunea germană în legătură cu şurubul de la plăcuţa de frână stânga spate a bicicletei lui Ulrich Fuchs. în calitate de editor Wikipedia, Fuchs a pus în discuţie întrebarea: merită acest item din universul obiectelor propria sa intrare pe Wikipedia? S-a căzut de acord că şurubul era mic, însă real

şi specificabil. “Este un obiect în spaţiu şi eu l-am văzut”18, a spus Jimmy Wales. Intr-adevăr, a apărut un articol în versiunea germană a Meta-Wiki (adică, Wikipedia despre Wikipedia), intitulat “Die Schraube an der hinteren linken Bremsbacke am Fahrrad von Ulrich Fuchs”.19 După cum nota Wales, însăşi existenţa acestui articol era “o metai-ronie”. Era scris chiar de către oamenii care obiectau împotriva oportunităţii sale. Articolul nu era de fapt despre şurub, totuşi. Se referă la controversă; dacă Wikipedia ar trebui să se străduiască, în teorie sau în practică, să descrie întreaga lume în toate detaliile.

Facţiuni opuse s-au coagulat în jurul denumirilor “deleţionism”[75] şi “incluzionism”. Incluzionştii adoptă cea mai largă perspectivă în legătură cu ceea ce aparţine Wikipediei. Deleţionştii susţin şi câteodată operează îndepărtarea banalităţilor triviale: articole prea scurte, prost scrise sau fără credibilitate, tratând terne neimportante. Se înţelege că toate aceste criterii sunt variabile şi subiective. Deleţionştii vor să ridice baremul de calitate. In 2008, au reuşit să elimine o intrare despre Port Macquarie Presbyterian Church, New South Wales, Australia, pe motivul lipsei de notorietate. Jimmy Wales însuşi înclină spre incluzionism. Spre sfârşitul verii lui 2007, a vizitat Cape Town, din Africa de Sud, a luat prânzul într-un loc numit Mzoli's şi a creeat un “stub” [trunchi] cu o singură pro-poziţie: “Mzoli's Meats este o măcelărie şi un restaurant aflat în localitatea Guguletu de lângă Cape Town, South Africa”. A supravieţuit douăzeci şi două de minute până când un administrator de nouăsprezece ani, pe nume Udemon, l-a şters pe motiv de insignifianţă. Peste o oră, un alt utilizator a recreat articolul şi l-a extins, bazându-se pe informaţii culese de pe un blog local din Cape Town şi din transcrierea ordine a unui interviu radiofonic. Au trecut două minute şi un alt utilizator a obiectat pe motivul că

75 în original, deletionism - de la verbul to delete = „a șterge", bine cunoscut utilizatorilor de computere (n.a.).

“acest articol sau această secţiune este scrisă ca o reclamă”. Şi aşa mai departe. Cuvântul “faimos” a fost inserat şi şters de mai multe ori. Utilizatorul Ùdemon a intervenit din nou, spunând: “Nu suntem Paginile Albe şi nu suntem un ghid de călătorie”. Utilizatorul EVula a replicat: “Cred că, dacă îi acordăm acestui articol un pic peste două ore de existenţă, s-ar putea să ne alegem cu ceva de valoare”. Curând, disputa a atras atenţia ziarelor din Australia şi Anglia. In anul următor, articolul nu numai că a supravieţuit, dar s-a extins cu o fotografie, latitudinea şi longitudinea exactă, o listă de paisprezece referinţe şi secţiuni separate pentru Istorie, Business şi Turism. Nişte resentimente au persistat, fireşte, pentru că, în martie 2008, un utilizator anonim a înlocuit întregul articol cu o singură propoziţie: “Mzoli's este un insignifiant mic restaurant al cărui articol există aici numai pentru că Jimmy Wales este un egomaniac cu ifose”. Acela a durat mai puţin de un minut.

Wikipedia evoluează dendritic, trimiţând vlăstare noi în multe direcţii. (Prin aceasta se aseamănă cu universul.) Aşa se face că deleţionismul şi incluzionismul au dat naştere mergismului şi incrementalismului.[76] Ele au condus la facţionism, iar facţiunile s-au descompus în “Asociaţia wikipedienilor deleţionişti” şi cea a “Wikipedienilor incluzionişti”, alături de “Asociaţia wikipedienilor cărora le displace să emită judecăţi atotcuprinzătoare despre valoarea unei categorii de articole” şi “Cei care sunt în favoarea ştergerii unor articole deosebit de proaste, dar aceasta nu înseamnă că ei sunt deleţionişti”. Wales a fost în

76 Mergism - de la verbul to merge = „a contopi, a amesteca"; mergismul susține că temele minore ar trebuie să fie incluse în articolele principale, cele mai relevante. Utilizatorii mergiști se opun separatiștilor, care tind să expedieze temele minore în articole independente. Incrementalism, în general, înseamnă a susține o creștere, o dezvoltare treptată, pas cu pas; în context, incrementaliștii sunt adepții unei creșteri bit cu bit a Wikipediei, prin adăugiri infinitezimale (n.t.).

mod deosebit preocupat de biografiile persoanelor în viaţă. Intr-o lume ideală, în care Wikipedia ar putea fi eliberată de griji practice de mentenanţă şi răspundere, Wales spunea că ar fi fericit să vadă câte o biografie a fiecărui om de pe pământ. îl întrece pe Borges.

Chiar şi atunci, la extrema imposibilă - fiecare persoană, fiecare şurub de bicicletă -, colecţia nu ar avea nimic asemănător Cunoaşterii Totale. Pentru enciclopedii, informaţia tinde să se aranjeze pe teme şi categorii. *Britannica* şi-a încadrat organizarea din 1790 "într-un plan cu totul nou". Făcea reclamă pentru "diferitele ştiinţe şi arte", ordonate ca "tratate şi sisteme distincte"-

Şi *explicaţii complete oferite* diferitelor părţi detaşate ale cunoaşterii, legate de obiecte naturale şi artificiale sau de probleme ecleziastice, civile, militare, comerciale etc.20

în Wikipedia, părţile detaşate ale cunoaşterii tind să se păstreze separate. Editorii au analizat dinamica logică aşa cum ar fi făcut-o Aristotel sau Boole:

Multe teme se bazează pe relaţia dintre factori//Xcu *factorul Y*, rezultând unul sau mai multe articole complete. Unul s-ar putea referi, de exemplu, la *situaţia X*, din *locaţia Y*, sau la *versiunea X* a *itemului Y*. Este perfect valid atunci când cele două variabile puse laolaltă reprezintă un fenomen cultural semnificativ sau o temă altcumva de interes notabil. Frecvent, sunt necesare articole separate pentru un subiect în cadrul unor grupuri de ţări diferite, datorită unor diferenţe substanţiale dincolo de graniţele internaţionale. Articole precum "Industria ardeziei în Ţara Ga Iilor" sau "Insula Fox" sunt exemple potrivite. Dar a scrie despre "Stejarii din Carolina de Nord" sau despre "Camionul albastru" ar constitui probabil o bifurcaţie a punctelor de vedere, o cercetare originală sau ar fi, altminteri, de-a dreptul o prostie.21

Mai devreme, Charles Dickens a avut în vedere chiar această problemă. In *The Pickwick Papers*, se spune că un bărbat a căutat în Britannica metafizica chineză. Nu exista,

totuşi, niciun articol pe această temă: “El a citit pentru metafizică la litera M şi pentru China la litera C şi a combinat informaţiile sale”.22

în 2008, romancierul Nicholson Baker, sub numele de Wageless, a fost absorbit de Wikipedia ca atâţia alţii, mai întâi căutând informaţii şi apoi încercând să furnizeze altele la rândul său, începând într-o vineri seară cu articolul despre somatotropina bovină şi, a doua zi, *Sleepless in Seattle'*, periodizare şi fluid hidraulic. Duminică a fost pomochanchada (filme cu sex braziliene), un fotbalist din anii 1950 pe nume Earl Blair şi înapoi la fluidul hidraulic. Marţi a descoperit Escadrila de salvare a articolelor, dedicat descoperirii articolelor în pericol de ştergere şi salvării lor prin îmbunătăţirea conţinutului lor. Baker s-a înscris imediat, tastând o notă: “Aş vrea să fac parte din asta”. Căderea lui în obsesie este documentată în arhive, ca şi orice altceva care se întâmplă pe Wikipedia, şi el a scris despre ea peste câteva luni într-o publicaţie tipărită, *The New York Review of Books*.

Am început să stau în picioare cu computerul deschis lângă pervazul din bucătărie, holbându-mă la tot mai lunga mea listă de căutare, verificând, sondând. Am încetat să mai aud ce-mi spunea familia mea - timp de vreo două săptămâni am dispărutîn monitorul meu, încercând să salvez scurte, uneori excesiv de promoţionale şi, cu toate acestea, valoroase biografii, reformulându-leîn limbaj neutru şi scormonind febril prin baze de date ale ziarelor şi cărţi de pe Google pentru referinţe care le-ar fi sporit cota de interes. Am devenit un “incluzionist”

El a încheiat cu o “speranţă secretă”: că toate boarfele şi zdrenţele puteau fi salvate, dacă nu în Wikipedia, atunci într-o “Wikimorgă - un tomberon de vise sfărâmate”. A sugerat să se numească Deletionpedia. “Ar avea multe să ne spună peste timp.” Conform principiului că nimic online nu piere vreodată, Deletionpedia a fost creată la scurt timp

după aceea şi a crescut gradual. Port Macquarie Presbyterian Church mai tră-

* Comedie romantică de mare succes, din 1993, cu Tom Hanks şi Meg Ryan în rolurile principale (n.t.).

ieste acolo, deşi nu face parte, strict vorbind, din enciclopedie. Pe care unii o numesc univers.

Numele au devenit o problemă specială: dezambiguizarea lor; complexitatea lor; coliziunile lor. Aproape nelimitatul flux de informaţii are efectul de a arunca toţi itemii din lume într-o singură arenă, unde par să joace cu frenezie Bumper Car.[77] Vremuri mai simple îngăduiseră denumiri mai simple: “Domnul Dumnezeu a făcut fiecare animal de pe pământ şi fiecare pasăre din aer; şi le-a adus în faţa lui Adam să vadă cum le va numi el”, spune Geneza; “şi aşa cum a numit Adam fiecare vieţuitoare, acela i-a rămas de-atunci numele.” Pentru fiecare creatură, un nume; pentru fiecare nume, o creatură. Curând, însă, Adam a primit ajutor.

In romanul său *Infiniturile*, John Banville şi-l imaginează pe zeul Hermes spunând: “O hamadriadă este o nimfă a pădurii, de asemenea un şarpe veninos din India şi un babuin abisinian. E nevoie să fii zeu ca să ştii acest lucru”.23 Totuşi, conform Wikipedia, *hamadriadă* denumeşte, de asemenea, un fluture, un jurnal de istorie naturală din India şi o trupă canadiană de rock progresiv. Suntem noi, toţi, acum precum zeilor? Trupa de rock şi nimfa pădurii pot să coexiste fără fricţiuni, dar la modul mai general prăbuşirea barierelor informaţionale conduce la conflict legat de nume şi drepturile de numire. Oricât pare de imposibil, lumea modernă începe să-şi epuizeze stocul de nume. Lista de posibilităţi pare infinită, însă cererea este încă şi mai mare.

77 Bumper Car - sport auto tipic american, în care mașinile angrenate în cursă se ciocnesc în mod deliberat, până când un singur concurent se mai poate deplasa la volanul mașinii sale, oricum făcute praf (n.t.).

Companiile telegrafice majore, confruntate în 1919 cu problema tot mai presantă a mesajelor direcţionate greşit, au înfiinţat un Birou Central pentru Adrese înregistrate. Sediul său central, situat în districtul financiar din New York, a umplut camera de la etaj de pe Broad Street cu fişete metalice, burduşite cu dosare. Clienţii erau îndemnaţi să înregistreze nume de cod pentru adresele lor: cuvinte alcătuite din cinci până la zece litere, cerându-se ca acestea să fie "pronunţabile" - adică, "formate din silabe care apar în una din opt limbi europene".24 Multi clienţi s-au plâns de costul iniţial - 2,50 dolari per nume de cod - dar, în 1934, biroul administra o listă de 28 000 de nume, printre care illuminate (Compania Edison din New York), tootsweets (Sweet Company of America) şi cherrytree (Hotelul George Washington).25 Financiarul Bernard M. Baruch a reuşit să-şi rezerve baruch. Principiul era primul venit, primul servit şi era un modest vestitor a ceea ce avea să urmeze.

Ciberspaţiul, desigur, schimbă totul. O companie din Carolina de Sud, numită Fox & Hound Realty, cu Billy Benton proprietar / broker, a înregistrat numele baruch.com. Un canadian locuind în High Prairie, Alberta, a înregistrat jrrtolkien. com[78] şi l-a deţinut timp de un deceniu, până când un seminar al Organizaţiei Mondiale a Proprietăţii Intelectuale i l-a retras. Numele avea valoare; alţii care s-au declarat interesaţi de el, ca brand şi trademark, fie l-au înregistrat, fie l-au anulat, printre aceştia moştenitorii scriitorului, editorul şi producătorii de filme, nemaivorbind de câteva mii de oameni din toată lumea care s-a nimerit să aibă acelaşi nume de familie. Acelaşi individ din High Pairie a pus bazele unuei afaceri intrând în posesia unor nume celebre: Céline Dion, Albert Einstein, Michael Crichton, Pierce Brosnan şi încă alte 1 500. Unii

78 John Ronald Reuel Tolkien (1892-1973) - scriitor, poet și filolog englez, cunoscut mai ales drept autor al unor proze fantastice, precum The Hobbit, The Lord of the Rings și The Silmarillion (n.t.).

dintre aceşti oameni au ripostat. Câteva nume selecte - spuma şi crema - realizaseră o imensă concentrare de valoare economică. Economiştii estimează că sigla *Nike* valorează 7 miliarde de dolari; *Coca-Cola* este evaluată la de zece ori mai mult.

în studiul onomasticii, este axiomatic ca lărgirea unităţilor sociale conduce la creşterea sistemelor de denumire. Pentru viaţa din triburi şi sate, nume singulare precum Albin şi Ava erau de ajuns, însă triburile au dat naştere clanurilor, oraşele au creat naţiunile, iar oamenii trebuiau să facă mai mult: nume de familie şi patronime; nume bazate pe geografie şi ocupaţie. Societăţile mai complexe necesită şi nume mai complexe. Intemetul reprezintă nu numai o nouă oportunitate pentru lupte legate de nume, ci şi un salt la scară, provocând o fază de tranziţie.

Un compozitor din Atlanta, cunoscut drept Bill Wyman, a primit un ordin de încetare şi nereluare a activităţii din partea avocaţilor ce-l reprezentau pe fostul basist de la Rolling Stones, cunoscut, de asemenea, sub numele de Bill Wyman; ordinul solicita, cu alte cuvinte, ca el "să înceteze şi să nu mai reia" utilizarea acelui nume. Drept răspuns, primul Bill Wyman a arătat că cel de-al doilea Bill Wyman se născuse cu numele de William George Perks. Compania de automobile cunoscută în Germania drept dr. ing. h.c. F. Porsche AG a dus o serie de bătălii ca să-şi protejeze numele Carrera. Un alt pretendent era satul elveţian, cod poştal 7 122. "Satul Carrera exista înaintea trademarkului Porsche", le-a scris Christoph Reuss din Elveţia avocaţilor ce reprezentau Porsche. "Folosirea acestui nume de către Porsche constituie o însuşire ilegală a bunăvoinţei şi a reputaţiei dobândite de către sătenii din Carrera." El a mai adăugat pe bună dreptate: "Satul emite mult mai puţine zgomote şi poluanţi decât Porsche Carrera". El nu a menţionat că José Carreras, cântăreţul de operă, era amestecat într-o dispută proprie legată de nume. Intre

timp, compania de automobile a pretins proprietatea de trademark pentru numărul 911.

Un folositor termen tehnic a apărut din informatică: “namespace”, un domeniu în care toate numele sunt distincte şi unice. Vreme îndelungată lumea a avut spaţii nominale bazate pe geografie şi altele bazate pe nişa economică. Poţi fi din Bloomingdale atâta timp cât nu locuieşti în New York; poţi să fii Ford dacă nu produci automobile. Trupele de rock ale lumii constituie un spaţiu nominal, unde Pretty Boy Floyd coexistă cu Pink Floyd şi Pink, laolaltă cu 13th Floor Elevators şi 99th Floor Elevators şi Hamadryad. Găsirea de nume noi în acest spaţiu devine o provocare. Cântăreţul şi compozitorul multă vreme numit simplu “Prince” a primit acest nume la naştere; când s-a săturat de el, s-a trezit etichetat cu un metanume, “Artistul Anterior Cunoscut Drept Prince”. Asociaţia Actorilor de Film păstrează formal un spaţiu nominal de sine stătător - este permisă o singură Julia Roberts. Spaţiile nominale tradiţionale se suprapun şi se contopesc. Şi multe sunt supraaglomerate.

Numele farmaceutice sunt un caz special: a apărut o subindustrie pentru a le boteza, cerceta şi repara. In Statele Unite, analizele întreprinse de Administraţia Medicamentelor şi Alimentelor au propus posibile coliziuni între nume de doctorii, iar procesul este complex şi incert. Erorile provoacă moartea. Metadona, pentru dependenţa de opiu, a fost administrată în loc de Metadate, pentru tulburarea atenţiei deficitare, iar Taxol, un medicament pentru cancer, în loc de Taxotere, un medicament diferit pentru cancer, cu rezultate fatale. Medicii se tem atât de erorile de asemănare grafică, cât şi de erorile de asemănare fonetică: Zantac/Xanax; Verelan/ Virilon. Lingviştii concep măsuri ştiinţifice de “distanţare” între nume. însă Lamictal, Lamisil, Ludiomil şi Lomotil sunt toate nume de medicamente aprobate.

în spaţiul nominal corporatist, semne de supraaglomerare pot fi văzute în dispariţia a ceea ce s-ar putea numi denumiri simple, semnificative. Nicio nouă companie n-ar mai putea să primească nume precum General Electric, First National Bank sau International Business Machines. Tot astfel, A. 1.Steak Sauce nu se poate referi decât la un produs alimentar cu o lungă istorie. Există milioane de nume de companii şi mari sume de bani merg către consultanţi profesionişti care fac afaceri inventând şi mai multe. Nu este o coincidenţă faptul că triumfurile spectaculoase în materie de denumire în ciberspaţiu sunt la limita nonsensului: Yahoo!, Google, Twitter.

Intemetul nu este numai o sită de spaţii nominale; este un spaţiu nominal de sine stătător. Navigarea prin reţelele informatice ale globului se bazează pe un sistem special de nume de domeniu, precum coca-cola.com. Aceste denumiri sunt de fapt adrese, în sensul modem al cuvântului: “un registru, o localitate sau un dispozitiv în care este stocată informaţia”. Textul codifică numere; numerele indică locuri din ciberspaţiu, ramificând reţele, subreţele şi aparate. Deşi ele sunt un cod, aceste scurte fragmente de text poartă, de asemenea, o mare încărcătură de sens în cel mai vast dintre spaţiile nominale. Ele amestecă trăsături de trademark, numere de înmatriculare vanitoase, coduri poştale, semnale personalizate ale posturilor de radio şi graffiti. Ca şi numele de cod telegrafice, oricine poate să înregistreze un nume de domeniu, pentru o taxă redusă, începând din 1993. A fost primul venit, primul servit. Cererea depăşeşte oferta.

Prea mult de muncă pentru cuvintele scurte. Multe entităţi au în proprietate de trademark “apple”, dar există un singur apple.com; atunci când domeniul muzicii şi cel al tehnicii de calcul au intrat în coliziune, aşa s-a întâmplat cu grupul The Beatles şi compania de computere. Există un singur mcdonalds.com, iar un jurnalist pe nume Joshua Quittner l-a înregistrat primul. Pe cât de mult imperiul de modă al lui

Giorgio Armani dorea armani.com, tot atât l-a dorit şi Anand Ramnath Mani din Vancouver şi el l-a obţinut primul. In mod firesc, s-a născut o piaţă secundară de schimb în materie de nume de domeniu. In 2006, un întreprinzător i-a plătit altui întreprinzător 14 milioane de dolari pentru sex.com. Pe atunci, aproape fiecare cuvânt din fiecare limbă de largă circulaţie fusese înregistrat; la fel şi nenumărate combinaţii de cuvinte şi variaţiuni ale cuvintelor - peste 100 de milioane. Este o nouă afacere pentru corporaţiile de avocatură. O echipă lucrând pentru Daimler-Chrysler din Stuttgart, Germania, a reuşit să recupereze MERCEDESSHOP.COM, DRIVEAMERCEDES.COM, DODGEVIPER. COM, CRYSLER.COM, CHRISLER.COM, CHRYSTLER.COM şi CHRISTLER. COM.

Edificiile legale ale proprietăţii intelectuale s-au şubrezit. Reacţia a fost o specie de panică - o vânătoare de terenuri în materie de trademark. Până în 1980, Statele Unite înregistrau cam zece mii pe an. După trei decenii, numărul se apropie de trei sute de mii, sărind în fiecare an. Majoritatea cererilor de trademark au fost, de regulă, respinse; acum este valabil opusul. Toate cuvintele din limbă, în toate combinaţiile posibile, par eligibile pentru protecţie guvernamentală. Un lot tipic de mărci înregistrate la începutul secolului al XXI-lea: green circle, DESERT ISLAND, MY STUDENT BODY, ENJOY A PARTY IN EVERY BOWL!, TECHNOLIFT, MEETING IDEAS, TAMPER PROOF KEY RINGS, THE BEST FROM THE WEST, AWESOME ACTIVITIES.[79]

Ciocnirea numelor, epuizarea numelor s-au mai întâmplat şi înainte, deşi niciodată pe o scară atât de mare. Naturaliştii antici cunoşteau poate cinci sute de plante diferite şi, desigur, au dat fiecăreia câte un nume. Prin secolul al XV-lea, se cunoşteau tot cam atâtea. Apoi, în

79 „Cercul verde", „Insula pustie", „Corpul meu studențesc", „Savurați un party cu fiecare bilă!", „întâlniri de idei", „Brelocuri sigure" [în sensul că nu se desfac], „Cel mai bun din Vest", „Activități înfricoșătoare" (n.t.).

Europa, pe măsură ce cărţile tipărite au început să se răspândească cu liste şi desene, a luat fiinţă o cunoaştere organizată, colectivă şi, odată cu ea, după cum a arătat istoricul Brian Ogilvie, disciplina numită istorie naturală.26 Primii botanişti au descoperit o abundenţă de nume. Caspar Ratzenberger, un student de la Wittenberg din anii 1550, a alcătuit un ierbar şi a încercat să ţină o evidenţă: pentru o specie, el a notat unsprezece denumiri în latină şi germană: *Scandix*, *Pecten veneris*, *Herba scanaria*, *Cerefolium aculeatum*, *Nadelkrautt*, *Hechelkam*, *NadelKoerffel*, *Venusstrahl*, *Nadel Moehren*, *Schnabel Moehren*, *Schnabelkoerffel*.*27* In Anglia, s-ar fi numit *acul păstorului* sau *pieptenele păstorului*. Destul de curând, abundenţa de specii a depăşit stocul de nume disponibile. Naturaliştii alcătuiau o comunitate; ei corespondau şi călătoreau. Pe la sfârşitul secolului, un botanist eleveţian publicase un catalog cu 6 000 de plante.28 Fiecare naturalist care descoperea una nouă avea privilegiul şi responsabilitatea de a-i da un nume; proliferarea adjectivelor şi a numelor compuse era inevitabilă, la fel ca şi duplicarea şi redundanţa. Pe lângă *acul păstorului* şi *pieptenele păstorului*, au mai fost adăugate, numai în limba engleză, *sacul păstorului*, *desaga păstorului*, *barba păstorului*, *salteaua de paie a păstorului*, *sula păstorului*, *călţunaşul păstorului*, *clepsidra păstorului*, *toiagul păstorului*, *tărtăcuţa păstorului*, *bucuria păstorului*, *nodul păstorului*, *mirtul păstorului*, *marfa păstorului*, *punga păstorului*, *cârja păstorului*, *daracul păstorului*, *traista păstorului* şi *plăcerea păstorului*.

Carl Linnaeus avea să inventeze taxonomia ceva mai târziu; când a făcut-o, în secolul al XVIII-lea, avea de numit 7 700 de specii de plante, alături de 4 400 de animale. Acum, sunt cam 300 000, fără a mai socoti insectele, care adaugă milioane. Savanţii încă mai încearcă să le denumească pe toate: există specii de gândăcei numite după Barack Obama, Darth Valder şi Roy Orbison. Frank

Zappa şi-a închiriat numele unui păianjen, unui peşte şi unei meduze.

“Numele unui om este ca umbra sa”, a spus onomatologul vienez Emst Pulgram în 1954. “Nu face parte din substanţa lui şi nici din sufletul său, dar trăieşte cu el şi prin el. Prezenţa sa nu este vitală, nici absenţa sa fatală.”29 Acelea erau vremuri mai simple.

Atunci când, în 1949, Claude Shannon a luat o foaie de hârtie şi a notat pe ea cu creionul schiţa sa privind măsura informaţiei, scara mergea de la zeci de biţi la sute, mii, milioane, trilioane şi catralioane. Tranzistorul abia împlinise un an şi legea lui Moore abia urma să fie concepută. în vârful piramidei se găsea estimarea lui Shannon privind Biblioteca Congresului - o sută de catralioane de biţi, 1 014. Era destul de corect, însă piramida urca mai sus.

După biţi, au urmat kilobiţii, destul de firesc. La urma urmelor, inginerii născociseră cuvântul *kilobuck*[80] - “ideea unui savant de a spune pe scurt «o mie de dolari»“, explica în mod util *The New York Times* în 1951.30 Măsurile informaţiei au urcat pe scară exponenţială, până când a răsărit în anii 1960 înţelegerea faptului că tot ceea ce are de-a face cu informaţia va creşte exponenţial. Acea idee este exprimată cauzal de către Gordon Moore, care era student la chimie pe vremea când Shannon mâzgălise notiţa lui, şi care apoi şi-a găsit calea spre ingineria electronică şi dezvoltarea circuitelor integrate. în 1965, cu trei ani înainte să fondeze Intel Corporation, Moore sugera cu modestie şi simplitate că, în decurs de un deceniu, până în 1975, până la 65 000 de tranzistori vor putea fi combinaţi pe o singură plăcuţă de siliciu. El a prevăzut o dublare anuală sau o dată la doi ani - o dublare a numărului de componente care puteau fi plasate pe un cip, dar şi, după cum s-a văzut, dublarea tuturor tipurilor de capacitate de memorie şi a vitezei de procesare, o înjumătăţire a dimensiunilor şi a costului, părând a fi fără de sfârşit.

80 Buck este denumirea familiară a dolarului în S.U.A. (n.t.).

Kilobiţii puteau fi utilizaţi ca să exprime viteza de transmisie tot atât de bine precum cantitatea de stocare. Prin 1972, firmele puteau să închirieze linii de înaltă viteză ce transportau date cu o viteză de până la 240 kilobiţi pe secundă. Lăsându-se conduşi de IBM, ale căror montaje de hardware procesau în mod tipic informaţia în porţii de câte opt biţi, inginerii au adoptat, în scurt, timp unitatea modernă şi oarecum bizară, bytul. Biţi şi byţi.[81] Un kilobyte, aşadar, reprezintă 8 000 de biţi; un megabyte (venind imediat după aceea), 8 milioane. In ordinea lucrurilor stabilită de comitetele internaţionale pentru standarde, *mega*a condus la *giga*-, *tera*-, petaşi *exa*-, extrase din greceşte, deşi cu din ce în ce mai puţină fidelitate. A fost suficient, pentru orice măsurare, până în 1991, când s-a constatat nevoia zettabytului (1 000 000 000 000 000 000 000) şi, dintr-o inadvertenţă, a termenului care sună amuzant yottabyte[82] (1 000 000 000 000 000 000 000 000). în această urcare exponenţială, informaţia a depăşit alte estimări. Banii, de exemplu, sunt puţini prin comparaţie. După kilobucks, au fost megabucks şi gigabucks, iar lumea poate să glumească pe seama inflaţiei care duce spre terabucks, însă toţi banii din lume, toată avuţia acumulată de toate generaţiile umanităţii nu urcă până la un petabuck.

Anii 1970 au fost deceniul megabyţilor. In vara lui 1970, IBM a introdus două noi modele de computere, cu mai multă memorie decât existase vreodată înainte: Modelul 155, cu 768 000 by ţi de memorie şi mai marele Model 165, cu un megabyte întreg, într-o carcasă uriaşă. Una dintre aceste unităţi centrale, care umpleau o cameră, putea fi

81 Inițial, în limba română s-a folosit traducerea byte = „octet" (pl. octeți), pornindu-se de la faptul că un byte conține opt biți; treptat, termenul original a intrat tot mai mult în uzul curent, astfel încât DEX introduce termenul „byte" (pl. byți), indicând pronunția după modelul englezesc: bait, pl. baiți (n.t.).

82 Comicul rezultă din faptul că pronunția termenului „yottabyte" seamănă izbitor cu you're to byte - „tu ești de mușcat" (n.t.).

cumpărată cu 4 674 160 de dolari. In 1982, Prime Computer comercializa un megabyte de memorie pe un singur platan de circuite pentru 36 000 de dolari. Atunci când editorii lui Oxford English Dictionary au început, în 1987, să digitalizeze conţinutul său, i-au estimat mărimea la un gigabyte. Un gigabyte cuprinde, de asemenea, întregul genom uman. O mie din aceştia ar umple un terabyte. Un terabyte era cantitatea de stocare pe disc pe care au reuşit s-o peticească Larry Page şi Sergey Brin, cu ajutorul sumei de 15 000 de dolari, pe care au strâns-o de pe cârdurile lor de credit în 1998, pe când erau absolvenţi ai Universităţii Stanford, construind un motor de căutare prototip, pe care întâi l-au numit BackRub şi apoi l-au rebotezat Google. Un terabyte este cantitatea de date pe care le emite zilnic un post tipic de televiziune analogică şi cuprindea baza guvernamentală de date a Statelor Unite privind patentele şi evidenţele mărcilor înregistrate atunci când a intrat ordine în 1998. In 2010, se poate cumpăra un disc de un terabyte cu o sută de dolari şi începe în palmă. Cărţile din Biblioteca Congresului reprezintă cam 10 terabyţi (după cum a ghicit Shannon) şi numărul creşte de multe ori dacă se adaugă imaginile şi înregistrările muzicale. Biblioteca arhivează acum web site-uri; în februarie 2010, colecţia ajunsese la valoarea de 160 de terabyţi.

Pe măsură ce trenul se avântă înainte, pasagerii simt uneori că ritmul prefigurează simţul propriei lor istorii. Legea lui Moore păruse simplă pe hârtie, însă consecinţele sale i-au făcut pe oameni să se străduiască a găsi metafore cu care să înţeleagă experienţa lor. Informaticianul Jaron Lanier descrie sentimentul astfel: “E ca şi cum îngenunchez! să plantezi seminţele unui copac şi acesta creşte atât de repede încât înghite întregul tău oraş înainte chiar să fi apucat să te ridici în picioare”.31

O metaforă mai familiară este norul. Toate acele informaţii, - toată acea capacitate informaţională ne învăluie, nu tocmai vizibilă, nu tocmai tangibilă, însă îngrozitor de reală;

amorfă, spectrală; plutind prin preajmă şi, totuşi, nesituată în vreun loc. Cerurile trebuie să se fi făcut simţite în acest fel credincioşilor. Oamenii vorbesc despre mutarea vieţilor lor în nor - vieţile lor informaţionale, cel puţin. Poţi depozita fotografii în nor; Google îţi va conduce afacerea din nor; e-mailul trece spre şi dinspre nor şi niciodată nu iese din el. Toate ideile tradiţionale despre intimitate, bazate pe uşi şi lacăte, depărtare şi invizibilitate fizică se sfârşesc în nor.

Banii trăiesc în nor; formele vechi sunt mostre vestigiale de a şti a cine posedă ce, cine ce datorează. In secolul al XXI-lea, acestea vor fi privite ca nişte anacronisme, demodate sau chiar absurde: lingouri de metale preţioase transportate de la un ţărm la altul pe corăbii fragile, supuse piraţilor şi zeului Poseidon; monede de metal azvârlite din maşini în mişcare în coşuri la intrarea pe autostrăzi cu taxă şi apoi transportate cu camioane (acum istoria automobilului dumneavoastră se află în nor); cecuri rupte din carnete şi semnate cu cerneală; bilete de tren, de spectacole, de avion sau orice altceva tipărite pe hârtie infiltrată cu filigran, holograme sau fibre fluorescente; şi, curând, toate formele de cash. Economia lumii se tranzacţionează în nor.

Aspectul său fizic nu poate fi mai puţin asemănător cu un nor. Ferme de servere proliferează în clădiri de cărămidă şi complexe de oţel fără însemne, cu ferestre afumate sau fără ferestre, mile de etaje cavernoase, generatoare diesel, turnuri de răcire, ventilatoare înalte de doi metri la aspirare şi conducte de aerisire din aluminiu. Infrastructura ascunsă creşte în relaţie simbiotică cu infrastructura electrică cu care seamănă din ce în ce mai mult. Sunt comutatoare de informaţie, centre de comandă şi substaţii. Ele sunt izolate şi distribuite. Acestea sunt roţile dinţate; norul este avatarul lor.32

Informaţia produsă şi consumată de omenire obişnuia să dispară - aceasta era norma, şablonul preinstalat. Suspinele, sunetele, cântecele, cuvântul vorbit se topeau în

văzduh, însemnele în piatră, pe pergament şi pe hârtie erau cazuri speciale. Nu le-a trecut prin minte spectatorilor lui Sofocle că va fi păcat de pierderea pieselor lui; ei savurau spectacolul. Acum, aşteptările s-au inversat. Totul poate fi înregistrat şi conservat, cel puţin potenţial; fiecare interpretare muzicală, fiecare crimă comisă într-un magazin, într-un lift sau pe o stradă; fiecare tsunami sau erupţie vulcanică de pe ţărmuri îndepărtate; fiecare carte jucată sau piesă mutată într-un joc online; orice grămadă de rugby sau meci de cricket. A avea la îndemână o cameră de luat vederi este ceva normal, nu excepţional; undeva în jur de 500 de miliarde de imagini au fost captate în 2010. YouTube dirija un trafic de peste un miliard de videoclipuri pe zi. în cea mai mare parte, sunt accidentale şi dez-ordonate, dar există cazuri extreme. Unul dintre pionierii computerelor, Gordon Bell, la Microsoft Research, pe când trecuse de şaptezeci de ani, a început să înregistreze fiecare moment de peste zi, fiecare conversaţie, mesaj, document, un megabyte pe oră sau un gigabyte pe lună, purtând la gât ceea ce el numea un “SenseCam” ca să creeze ceea ce el intitula un “LifeLog” Unde se termină? Nu la Biblioteca Congresului.

E natural, până la urmă - chiar inevitabil -, să întrebăm câtă informaţie există în univers. Este consecinţa spuselor lui Charles Babbage şi Edgar Allan Poe, că “niciun gând nu poate să piară”. Seth Lloyd s-a ocupat de calculele matematice. Este un tip cu faţa rotundă ca luna plină, cu ochelari, inginer cuantic la MIT, un teoretician şi proiectant al computerelor cuantice. Universul, prin faptul că există, înregistrează informaţii, spune el. Evoluând în timp, procesează informaţii. Cât de multe? Ca să afle răspunsul, Lloyd are în vedere cât de repede lucrează acest “computer” şi cât de mult timp a lucrat. Având în vedere limita fundamentală a vitezei, 2E/nh operaţii pe secundă (“unde E este energia medie a sistemului peste starea de bază şi h = 1,0545 x IO'34 jouli/sec este constanta redusă a

lui Planck"), şi a spaţiului de memorie, limitat de entropie la *S*/*kB* In 2 ("unde *S* este entropia termodinamică a sistemului şi *kB* = 1,38 x IO 23 jouli/K este constanta lui Boltzmann"), ţinând seama de viteza luminii şi de vârsta universului de la Big Bang, Lloyd calculează că universul putea să fi efectuat ceva de ordinul a IO120 "ops" - operaţii - în toată istoria sa. Având în vedere "fiecare grad de libertate al fiecărei particule din univers", ar putea să conţină acum ceva de genul a IO90 biţi.33 Şi numărătoarea continuă.

ŞTIRI PROASPETE ÎN FIECARE ZI /
(ŞI ALTELE ASEMENEA)

Scuze pentru suişurile şi coborâşurile web site-ului din zilele trecute. După câte înţeleg eu, acumularea capricioasă de gheaţă trage în jos ramurile internetului şi camioanele care transportă pachete de informaţii derapează peste tot.1

- Andrew Tobias (2007)

Pe măsură ce presa tipărită, telegraful, maşina de scris, telefonul, radioul, computerul şi internetul au prosperat, fiecare la vremea sa, lumea a spus, ca şi cum ar fi fost pentru prima oară, că o nouă povară apasă pe umerii comunicaţiilor umane: o nouă complexitate, o nouă distanţare şi un înspăimântător nou exces. în 1962, preşedintele Asociaţiei Istorice Americane, Cari Bridenbaugh, i-a avertizat pe colegii săi că existenţa umană parcurge o "Mare Mutaţie" - atât de bruscă şi atât de radicală "încât noi suferim acum ceva asemănător unei amnezii istorice" El a deplâns declinul lecturii, îndepărtarea de natură (dând vina parţial pe "hidoasele cutii galbene Kodak" şi pe "omniprezentul radio cu tranzistori"), şi pierderea culturii împărtăşite. Mai presus de toate, în ceea ce-i priveşte pe păstrătorii şi pe cronicarii trecutului, era îngrijorat de noile instrumente şi tehnici accesibile savanţilor: "acea căţea de zeiţă, Cuantificarea"; "maşinile de procesare a datelor"; în egală măsură, "acele înfricoşătoare aparate de scanare, despre care ni se spune

că vor citi documente şi cărţi pentru noi”2. Mai mult nu era mai bine, a declarat el:

Ştiri proaspete în fiecare zi Informaţia 454

15

în pofida acelei necontenite flecăreli despre comunicare pe care o auzim în fiecare zi, ea nu s-a îmbunătăţit; de fapt, a devenit mai dificilă.3

Aceste remarci au ajuns bine cunoscute prin câteva reiterări: întâi, adresarea orală, auzită de cam o mie de oameni din sala de bal a hotelului Conrad Hilton din Chicago, în ultima seară de duminică a anului 1962; apoi, versiunea tipărită în revista societăţii din 1963; şi ulterior, peste o generaţie, o versiune ordine, cu penetraţia ei mult mai largă şi poate mai durabilă totodată.

Elizabeth Eisenstein a dat peste versiunea tipărită din 1963, pe când preda istoria ca lector adjunct cu jumătate de normă la American University din Washington (cel mai bun job pe care l-a putut obţine, ca femeie cu un doctorat la Harvard). Ulterior, ea a identificat acel moment ca punct de start pentru cincisprezece ani de cercetări, care au culminat cu piatra de hotar în cariera ei academică, două volume intitulate *Presa tipărită ca agent de schimbare*. înainte de apariţia lucrării lui Eisenstein, în 1979, nimeni nu mai încercase un studiu cuprinzător al tipăriturilor ca revoluţie în comunicare, esenţială pentru tranziţia de la epoca medievală spre modernitate. Manualele, după cum remarcă ea, aveau tendinţa să plaseze tiparniţa undeva între Moartea Neagră şi descoperirea Ameridi.[83]4 Ea a plasat

83 Black Death - cea mai mare epidemie de ciumă din istorie, ajunsă la apogeu în Europa între anii 1348 și 1350. Se estimează că Moartea sau Ciuma Neagră a ucis 30% - 60% din populația Europei, reducând populația lumii de la 450 de milioane la o cifră estimată între 350 și 375 milioane în 1400. Ciuma a generat profunde răsturnări religioase, sociale și economice, cu efecte majore asupra istoriei europene. A fost nevoie de 150 de ani pentru refacerea populației de pe continent. Ciuma a reizbucnitîn mai multe rânduri, făcând și mai multe victime, până când a fost eradicată în Europa în secolul al XIX-lea (n.t.).

invenţia lui Gutenberg în centrul scenei: trecerea de la manuscris la tipar; apariţia tipografiilor în oraşele din Europa secolului al XV-lea; transformarea “sistemelor de colectare, stocare şi regăsire a datelor, precum şi a reţelelor de comunicaţii”.5 Ea a subliniat cu modestie că avea să trateze tiparul numai ca pe un agent al schimbării, dar i-a convins pe cititori de rolul său indispensabil în transformările Europei modeme timpurii: Renaşterea, Reforma Protestantă şi naşterea ştiinţei. A fost “un punct decisiv fără întoarcere în istoria omenirii”.6 A modelat spiritul modem.

A modelat şi spiritul istoricilor, de asemenea; ea era interesată de deprinderile mentale inconştiente ale profesiei sale. Pe măsură ce a înaintat cu proiectul său, a început să creadă că savanţii erau prea adesea orbi la efectele propriului lor medium, în care înotau. I-a dat credit lui Marshall McLuhan, a cărui carte, *Galaxia Gutenberg*, apăruse în 1962, pentru a-i fi forţat să-şi mute centrul atenţiei. In epoca scribilor, cultura avea doar nişte repere cronologice primitive: genealogii confuze socoteau generaţiile de la Adam, de la Noe sau de la Romulus şi Remus. “Atitudinile faţă de schimbarea istorică”, a scris ea, “vor fi găsite numai ocazional în scrierile clar dedicate «istoriei» şi adesea trebuie citite în astfel de scrieri. Trebuie citite, de asemenea, în saga şi epopei, scripturi sacre, inscripţii funerare, glife şi cifruri, vaste monumente de piatră, documente zăvorâte în cuferele din fortăreţe şi notaţiile marginale de pe manuscrise”.7 Sensul lui *când ne aflăm* - capacitatea de a vedea trecutul desfăşurat în faţa ochilor; intemalizarea hărţilor temporale mentale; aprecierea anacronismului - a apărut odată cu trecerea la tipar.

Ca maşină de multiplicat, tiparniţa nu doar a făcut textele mai ieftine şi mai accesibile; forţa ei reală era aceea de a le face stabile. “Cultura scribală”, a scris Eisenstein, era “constant slăbită de erodare, coripere şi pierdere”8.

Tipăritura era credibilă, sigură şi permanentă. Când Tycho Brahe şi-a petrecut nenumărate ore aplecat asupra tabelelor sale de mişcări stelare şi planetare, putea să conteze pe alţii verificând aceleaşi tabele, atunci şi în viitor. Atunci când Kepler a calculat catalogul său de departe mai corect, el s-a bazat pe tabelele de logaritmi publicate de către Napier. Intre timp, tipografiile nu răspândeau numai tezele lui Martin Luther, ci şi, mai important, Biblia însăşi. Revoluţia protestantă s-a sprijinit mai mult pe lectura Bibliei decât pe oricare punct de doctrină - tipăritura biruind manuscrisul; codexul înlocuind sulul; dialectul local luând locul limbilor antice. înaintea tiparului, scriptura nu era cu adevărat stabilă. Toate formele de cunoaştere au dobândit stabilitate şi permanenţă, nu pentru că hârtia era mai durabilă decât papirusul, ci pur şi simplu pentru că existau numeroase copii.

In 1963, citind avertismentele preşedintelui Asociaţiei Istorice Americane, Eisenstein a fost de acord că profesia se confrunta cu o criză, una de proporţii. Dar a avut sentimentul că Bridenbaugh înţelesese exact pe dos. El credea că problema era uitarea: “După cum văd eu”, a spus el în mod dramatic, “omenirea este confruntată cu nu mai puţin decât cu pierderea memoriei sale, iar memoria este istorie”.10 Privind aceleaşi noi tehnologii ale informaţiei care îi tulburau atât de mult pe istoricii mai vârstnici, Eisenstein a tras învăţămintele opuse. Trecutul nu se ascunde privirii ci, dimpotrivă, devine mai accesibil şi mai vizibil. “Intr-o epocă ce a văzut descifrarea Linearului B şi descoperirea Manuscriselor de la Marea Moartă”, a scris ea, “par să existe slabe motive de îngrijorare în ceea ce priveşte «pierderea memoriei umanităţii». Sunt motive întemeiate să ne îngrijoreze supraîncărcarea circuitelor sale”. Cât despre amnezia deplânsă de către Brindenbaugh şi atâţia dintre colegii săi:

Aceasta este o lectură greşită a situaţiei dificile cu care se confruntă istorii astăzi. Nu asaltul amneziei explică

prezentele dificultăţi, ci o mai completă reamintire decât a experimentat oricare generaţie anterioară. Recuperarea constantă, nu uitarea, acumularea, mai degrabă decât pierderea, au condus la impasul prezent.11

Din punctul ei de vedere, o revoluţie a comunicării veche de cinci sute de ani încă îşi sporea avântul. Cum de nu puteau să vadă acest lucru?

“Supraîncărcarea circuitelor” era o metaforă într-adevăr nouă pentru a exprima o senzaţie - prea multă informaţie - care era simtită ca fiind ceva nou. întotdeauna fusese simtită astfel. Unul e nesătul de cărţi; reciteşte câteva ce-i sunt foarte dragi; cere sau împrumută mai multe; aşteaptă la uşa bibliotecii şi, poate, într-o clipită, se găseşte într-o stare de suprasaturaţie: prea mult de citit. In 1621, un cărturar de la Oxford, Robert Burton (care a strâns una dintre cele mai vaste biblioteci private din lume, 1 700 de cărţi, dar niciun lexicon) a dat glas acestui sentiment:

Aflu ştiri proas pete în fiecare zi şi acele zvonuri obişnuite despre război, ciumă, incendii, inundaţii, furturi, crime, masacre, meteoriţi, comete, spectre, minuni, arătări, oraşe cucerite, cetăţi asediate în Franţa, Germania, Turcia, Persia, Polonia etc., adunări şi pregătiri zilnice şi altele asemenea, pe care aceste vremuri furtunoase şi le îngăduie, bătălii, atâţia oameni măcelăriţi, dueluri, naufragii, piraterie şi bătălii navale, pace, ligi, stratageme şi alarme recente. O mare confuzie de jurăminte, dorinţe, acţiuni, edicte, petiţii, procese în tribunale, scuze, legi, proclamaţii, acuze, doleanţe ajung zilnic la urechile noastre. Cărţi noi în fiecare zi, pamflete, partituri, povestiri, întregi cataloage de volume de toate felurile, noi paradoxuri, opinii, schisme, erezii, controverse în filosofie, religie etc. Vin acum fluvii de nunţi, baluri mascate, mascarade, distracţii, jubilee, ambasade, răsturnări şi turnire, trofee, triumfuri, orgii, sporturi, jocuri: şi pe urmă, ca într-o nouă scenă, trădări, trucuri înşelătoare, jafuri, mârşăvii enorme de toate felurile, funeralii, înmormântări, morţi de prinţi, noi descoperiri,

expediţii; acum istorii comice, apoi unele tragice. Auzim astăzi deînvestirea unor noi lorzi şi oficialităţi, mâine de aceeaşi oameni mari destituiţi, şi apoi iar despre conferirea unor noi onoruri; unul este eliberat, altul întemniţat; unul cumpără, altul se ridică: el prosperă, vecinul lui dă faliment; acum belşug, pe urmă iar sărăcie şi foamete; unul aleargă, altul călăreşte, se ceartă, râde, jeleşte etc. Asta-i ce aud în fiecare zi şi altele asemenea.12

El credea că supraabundenţa de informaţii era ceva nou pe atunci. Nu se plângea: era doar uluit. Protestele au urmat, totuşi, la scurt timp. Leibniz se temea de o întoarcere la barbarie - "rezultat la care acea masă oribilă de cărţi care continuă să crească ar putea să contribuie foarte mult. Căci, în cele din urmă, dezordinea va ajunge aproape insurmontabilă".13 Alexander Pope a scris satiric despre "acele zile, când (după ce providenţa îngăduise invenţia tiparului ca flagel pentru păcatele învăţaților) hârtia a devenit, la rândul ei, atât de ieftină, iar tiparniţele atât de numeroase, încât im potop de autori a cotropit pământul".14

Potopul a devenit o metaforă comună prin care lumea descria supraabundenţa de informaţii. Este o senzaţie de înec: informaţia ca un potop ce creşte clocotitor. Sau aminteşte de bombardament, datele ciocnindu-se în repetate explozii, din toate părţile, prea repede. Teama de cacofonia glasurilor poate avea o motivaţie religioasă, o îngrijorare faţă de zgomotul secular copleşind adevărul. T.S. Eliot a exprimat-o în 1934:

Cunoaşterea limbii, dar nu a tăcerii;

Cunoaşterea cuvintelor şi ignoranţa Cuvântului.

Toată cunoaşterea noastră ne apropie de ignoranţa noastră, Toată ignoranţa noastră ne aduce mai aproape de moarte, Dar apropierea morţii nu ne apropie de DUMNEZEU.15

Sau poate fi groaza de prăbuşirea zidurilor care ne despart de ceea ce este necunoscut, oribil sau înfricoşător. Se poate

pierde capacitatea de a face ordine în haosul senzaţiilor. Adevărul pare mai greu de aflat din multitudinea de ficţiuni plauzibile care îl înconjoară.

După ce a apărut “teoria informaţiei”, i-au urmat “supra-încărcarea informaţională”, “saţietatea informaţională”, “anxietatea informaţională” şi “oboseala informaţională”, ultima recunoscută de OED, în 2009, drept un sindrom al timpurilor: “apatie, indiferenţă sau epuizare mentală născută din expunerea la prea multă informaţie, îndeosebi (în uzul de ultimă oră) stres indus de încercarea de asimilare a unei cantităţi excesive de informaţii din media, de pe internet sau la serviciu”. David Foster Wallace are un nume şi mai rău prevestitor pentru această condiţie modernă: “zgomot zotal”. “Tsunamiul de fapte, contexte şi perspective disponibile”16 - care, a scris el în 2007, constituie “zgomotul total”. El a vorbit despre senzaţia de înec şi, totodată, despre o pierdere a autonomiei, a răspunderii personale pentru faptul de a fi informat. Ca să ţinem pasul cu toate informaţiile, avem nevoie de intermediari şi subcontractori.

Un alt mod de a vorbi despre anxietate este să ne referim la prăpastia dintre informaţie şi cunoaştere. Un baraj de date eşuează atât de frecvent să ne spună ceea ce avem nevoie să ştim. La rândul ei, cunoaşterea nu garantează iluminarea sau înţelepciunea. (Eliot a spus asta, de asemenea: “Unde este înţelepciunea pe care am pierdut-o în cunoaştere? / Unde este cunoaşterea pe care am pierdut-o în informaţie?”) Este o veche observaţie, însă una care părea să necesite a fi reformulată atunci când informaţia a devenit abundentă - în special într-o lume în care toţi biţii sunt creaţi egali, iar informaţia este despărţită de semnificaţie. Umanistul şi filosoful tehnologiei Lewis Mumford, de exemplu, a reformulat-o în 1970: “Din păcate, «găsirea informaţiei», oricât de rapidă, nu este un substitut al descoperirii prin examinare personală directă a cunoaşterii, de a cărei existenţă cineva poate să nu fi fost

niciodată conştient, nici al urmăririi în ritmul propriu al ramificaţiilor ulterioare în literatura relevantă".17 El a cerut reîntoarcerea la "autodisciplina morală". Este o adiere de nostalgie în acest gen de avertismente, împreună cu un adevăr incontestabil: că în căutarea cunoaşterii, mai încet poate fi mai bine. Explorarea rafturilor înţesate ale bibliotecilor prăfuite are propriile sale recompense. A citi - chiar a frunzări - o carte veche poate să producă o hrană refuzată de căutarea într-o bază de date. Răbdarea este o virtute, lăcomia, un păcat.

Chiar în 1970, totuşi, Mumford nu se gândea la bazele de date sau la niciuna dintre tehnologiile electronice care se desluşeau. El se plângea de "înmulţirea microfilmelor". Se mai plângea şi din pricina prea multor cărţi. Fără o "înfrânare autoimpusă", avertiza el, "supraproducţia de cărţi va conduce la o stare de enervare şi epuizare intelectuală, greu de deosebit de o masivă ignoranţă". Reţinerile nu au fost impuse. Titlurile au continuat să se multiplice. Cărţile despre supraabundenţa informaţională ies din cornul abundenţei; niciun dram de ironie intenţionată atunci când distribuitorul de carte online Amazon.com transmite mesaje de genul: "începeţi să citiţi Data Smog pe Kindle în mai puţin de un minut" şi "Surpinde-mă! Vezi o pagină la întâmplare din această carte".

Tehnologiile electronice de comunicare au sosit extrem de repede, aproape fără avertisment. Cuvântul e-mail a apărut de sub tipar (în măsura în care poate stabili OED) în 1982, în revista *Computerworld*, care abia dacă auzise referiri la el: "ADR/ E-mail se spune că este uşor de utilizat şi prezintă verbe englezeşti simple, afişându-le prompt pe ecran". In anul următor, revista *Infosystems* declara: "E-mailul promovează mişcarea informaţiei în spaţiu". Şi peste încă un an - dar cu un întreg deceniu înainte ca majoritatea oamenilor să fi auzit cuvântul - un informatician suedez, pe nume Jacob Palme, de la QZ Computer Center din

Stockholm -, a emis un avertisment vizionar - la fel de simplu, de exact şi de profund ca şi toate celelalte care i-au succedat în deceniile următoare. Palme a început astfel:

Sistemul de poştă electronică poate, dacă este utilizat de multă lume, să cauzeze grave probleme de supraîncărcare informaţională. Cauza acestei probleme este faptul că este uşor de transmis un mesaj către un foarte mare număr de oameni şi că sistemele sunt frecvent proiectate să acorde expeditorului un prea mare control asupra procesului de comunicare şi receptorului prea puţin control.

Oamenii primesc prea multe mesaje, pe care nu au timp să le citească. Aceasta mai înseamnă că mesajele cu adevărat importante sunt greu de găsitîntr-un mare flux de mesaje mai puţin importante.

Pe viitor, când vom avea sisteme de mesagerie tot mai mari, iar aceste sisteme vor fi din ce în ce mai interconectate, aceasta va fi o problemă pentru aproape toţi utilizatorii acestor sisteme.18

El avea statistici din reţeaua sa locală: mesajul mediu avea nevoie de 2 minute şi 36 de secunde pentru a fi scris şi numai 28 de secunde pentru a fi citit. Ceea ce ar fi fost în regulă, cu excepţia faptului că lumea putea să transmită atât de uşor multe copii ale aceluiaşi mesaj.

Atunci când psihologii sau sociologii încearcă să studieze supraîncărcarea informaţională cu metodele disciplinelor lor, obţin rezultate amestecate. încă din 1963, doi psihologi s-au apucat să cuantifice efectele informaţiei excedentare asupra procesului de diagnoză clinică. După cum se aşteptau, au descoperit că “prea multă informaţie” - deloc uşor de definit, au admis ei - tulbură adesea judecata. Ei şi-au intitulat lucrarea “Ştie vreodată cineva prea mult?” şi, cumva glumeţ, au prezentat o listă de titluri alternative, ca bonus: “Niciodată atât de mulţi nu au făcut atât de puţin”; “Obţineţi acum mai mult, dar anticipând mai puţin?”; şi “Prea multă informaţie este ceva periculos”.19 Alţii au

încercat să măsoare efectele încărcării informaţionale asupra tensiunii arteriale, ritmului cardiac şi respirator.

Un cercetător în domeniu era Siegfried Streufert, care a arătat, într-o serie de articole din anii 1960, că relaţia dintre încărcătura informaţională şi manipularea informaţiei se prezintă în mod tipic de forma unui "U răsturnat"; mai multă informaţie ajută la început, apoi din ce în ce mai puţin şi devine, ulterior, dăunătoare. Unul dintre studiile sale a luat 185 de studenţi (toţi bărbaţi) şi le-a cerut să joace rolul unor comandanţi care iau decizii într-un exerciţiu tactic. Li s-a spus:

Informaţiile pe care le primiţi sunt pregătite pentru voi la fel cum ar fi prezentate unor comandanţi adevăraţi de către o echipă de ofiţeri de informaţii. Puteţi ordona acestor ofiţeri de informaţii să sporească ori să diminueze cantitatea de informaţii pe care vi-o prezintă. Vă rugăm să evaluaţi preferinţa voastră. Aş prefera să: primesc mult mai multe informaţii primesc ceva mai multe informaţii primesc cam aceeaşi cantitate de informaţii primesc ceva mai puţine informaţii primesc mult mai puţine informaţii.

Indiferent de ceea ce au ales, preferinţele lor au fost ignorate. Experimentatorul, nu subiecţii, a predeterminat cantitatea de informaţii. Din datele colectate, Streufert a ajuns la concluzia că încărcăturile informaţionale "superoptime" au condus la performanţe slabe, "şi totuşi, trebuie notat faptul că şi la încărcături informaţionale optime în cel mai înalt grad (respectiv, 25 de mesaje în decurs de 30 de minute), subiecţii continuă să solicite niveluri sporite de informaţii".20

Ulterior, el a folosit o metodologie similară în studiul efectelor excesului de cafea.

Prin anii 1980, cercetătorii vorbeau cu încredere despre "paradigma încărcăturii informaţionale". Era o paradigmă bazată pe un truism: că oamenii pot "să absoarbă" ori "să proceseze" numai o cantitate limitată de informaţie.21 Diferiţi cercetători au constatat că suprasaturaţia cauzează

nu numai confuzie şi frustrare, ci şi tulburări de vedere şi lipsă de onestitate. Experimentele însele aveau de procesat un spectru larg de informaţii: măsurători ale lărgimii memoriei; idei privind capacitatea canalului, preluate de la Shannon; şi variaţiuni pe tema raportului dintre semnal şi zgomot. O abordare comună, deşi dubioasă a cercetării era introspecţia directă. Un mic proiect din 1998 a adunat într-o "comunitate" absolvenţi de colegiu în biblioteconomie şi ştiinţa informaţiei de la Universitatea din Illinois; toti au fost de acord, când au fost întrebaţi, că sufereau de supraîncărcare informaţională, din pricina "e-mailurilor, a întrunirilor, a listelor de adrese şi a testelor de stabilire a priorităţilor".22 Multi simţeau că un exces de informaţii le afecta deopotrivă timpul liber şi programul de lucru. Unii au raportat dureri de cap. Concluzia preliminară: supraîncărcarea informaţională este reală; de asemenea, este deopotrivă o "frază codificată" şi un mit. Cercetarea poate numai să exploreze mai departe.

Ideea că trebuie să gândim informaţia ca pe o povară este derutantă, după cum spune Charles Bennett. "Plătim ca să ni se aducă ziarele, nu ca să ni se ia."23 Insă termodinamica procesului de calcul arată că ziarele de ieri ocupă un spaţiu de care demonul lui Maxwell are nevoie pentru lucrul mecanic de astăzi, iar experienţa modernă ne învaţă acelaşi lucru. Uitarea obişnuia să fie un eşec, o risipă, un semn de senilitate. Acum, cere efort. Poate să fie la fel de importantă ca şi reamintirea.

Faptele erau odinioară scumpe; acum, sunt ieftine. Cândva, lumea s-ar fi întors către paginile din *Whitaker's Almanach*, publicat anual în Britania, sau către cele din *World Almanach*, din Statele Unite, ca să afle numele şi datele monarhilor şi preşedinţilor, tabele de vacanţă şi maree, suprafaţa şi populaţia unor ţări îndepărtate sau navele şi comandanţii din cadrul flotei. In lipsa almanahului sau fiind în căutarea unui fapt şi mai obscur, puteau să se adreseze unei persoane cu experienţă din spatele unui

birou de la o bibliotecă publică. Atunci când George Bernard Shaw a avut nevoie de localizarea celui mai apropiat crematoriu - soţia lui era pe moarte -, a deschis almanahul şi a fost contrariat. “Tocmai am găsit o uimitoare omisiune în Whitaker”, a scris el către editor. “întrucât informaţia dorită este tocmai ceea ce caută cineva în inestimabilul dumneavoastră almanah, îmi permit să vă sugerez că o listă a celor 58 de crematorii care funcţionează acum în ţară, precum şi instrucţiuni privind ceea ce trebuie făcut ar fi o adăugire foarte dezirabilă.” Scrisoarea lui este amară. El nu pomeneşte nimic despre soţia lui - ci numai “un caz de boală gravă” - şi se referă la sine ca la “un căutător îndoliat”.24 Shaw avea o adresă de telegraf şi un telefon, dar considera de la sine înţeles că faptele trebuie găsite sub formă tipărită.

Pentru mulţi, telefonul începuse deja să extindă aria accesibilă iscoditorilor. Oamenii din secolul XX şi-au dat seama că puteau să afle instantaneu scorurile întrecerilor sportive la care nu asistaseră; aşa că mulţi au venit cu ideea de a telefona la ziare, încât *The New York Times* s-a văzut nevoit să publice o notificare pe prima pagină, implorând cititorii să înceteze: “Nu mai cereţi la telefon scorurile din campionatul mondial”.25 Acum, informaţia “în timp real” se consideră un drept din naştere.

Ce faceţi când, în sfârşit, aveţi totul? în 1990, Daniel Dennett şi-a imaginat, chiar înainte ca intemetul să facă posibil acest vis, că reţelele electronice ar putea să răstoarne economia publicării de poezie. In locul unor cărţi delicate, articole elegante de specialitate, vândute cunoscătorilor, ce-ar fi dacă poeţii ar putea să publice ordine, ajungând instantaneu nu la sute, ci la milioane de cititori, nu pentru zeci dolari, ci pentru fracţiuni de penny? în acelaşi an, editorul Sir Charles Chadwyck-Healey a conceput baza de date a textelor complete de poezie engleză pe când se plimba într-o zi prin British Library şi, peste patru ani, o şi realizase - nu prezentul sau viitorul

poeziei, ci trecutul ei şi, la început, nu ordine, ci pe patru compact-discuri, 165 000 de poezii de 1 250 de poeţi, pe durata a treisprezece secole, la preţul de 51 000 de dolari. Cititorii şi criticii trebuiau să vadă ce să facă cu ele. Nu să le citească, desigur, aşa cum ar fi citit o carte. Să citească în ele, poate. Să caute în ele un cuvânt, un epigraf sau un fragment amintit pe jumătate.

Recenzând baza de date pentru *The New Yorker*, Anthony Lane s-a descoperit pe sine trecând de la exaltare la mâhnire şi viceversa. “Te apleci ca un pianist deasupra clapelor”, a scris el, “ştiind ce te aşteaptă, gândind Ah! bogăţia nespusă a literaturii engleze! Ce bijuterii ascunse voi dezgropa din cele mai adânci mine ale fanteziei omeneşti!” Urmează apoi textele în limbi amestecate, jegurile, potopul de rime bombastice şi de mediocritate. Masa absolut dezordonată începe să te dărâme. Numai că Lane nu sună câtuşi de puţin plat. “Ce îngrămădeală aburindă”, strigă el şi se amuză. “N-am văzut în viaţa mea un atât de splendid omagiu adus puterilor incompetenţei omeneşti - şi, în acelaşi timp, binecuvântatei uitări omeneşti.” Unde în altă parte ar fi dat el de complet uitatul Thomas Freeman (nu pe Wikipedia) şi adorabilul său cuplet autoreferenţial:

U, huu, io crez c-auz cum ţipă cetitoru meu, şi iote-o rimă naşpa: cetitoru mi-s chiar eu.‘

CD-ROM-urile sunt deja învechite. Toată poezia engleză se găseşte acum pe reţea - sau dacă nu toată, cu aproximaţie, iar dacă nu acum, atunci curând.

Trecutul se pliază ca un acordeon în prezent. Diferitele canale media au orizonturi temporale diferite - pentru cuvântul scris, trei milenii; pentru sunetul înregistrat, un secol şi jumătate iar în cadrele lor temporale, vechiul devine la fel de accesibil ca şi noul. Ziare îngălbenite revin la viaţă. Sub titluri precum “Acum 50 de ani” şi “Acum 100 de ani”, publicaţii veterane îşi reciclează arhivele: reţete, tehnici ale jocului de cărţi, ştiinţă, bârfe, cândva

nepublicate şi acum gata de a fi folosite. Casele de discuri scotocesc prin podurile lor ca să lanseze, ori să relanseze, fiecare fragment muzical, raritǎţi, feţe

* în original: *Whoop*, *whoop*, *me thinkes I heare my Reader cry | Here is rime doggrell*: *I confess* itl(n.t.).

B şi discuri pirat. Pentru o anumită vreme, colecţionarii, cărturarii sau fanii posedau cărţile şi discurile lor. Exista o linie de demarcaţie între ceea ce aveau şi ceea ce nu aveau. Pentru unii, muzica sau cărţile sau casetele video aflate în posesia lor au devenit parte din ceea ce erau. Linia dispare. Cele mai multe dintre piesele lui Sofocle s-au pierdut, însă cele care au supravieţuit sunt accesibile printr-o atingere de buton. Cea mai mare parte din muzica lui Bach îi era necunoscută lui Beethoven; noi o avem pe toată - partite, cantate şi tonuri de apel [pe telefonul mobil]. Ne vine instantaneu sau cu viteza luminii. Este un simptom de omniscienţă. Este ceea ce criticul Alex Ross numeşte “Infinite Play list “ şi el vede cât de amestecată este binecuvântarea: “anxietate în loc de împlinire, un ciclu adictiv de sete şi indispoziţie. De îndată ce începe o anumită experienţă, gândul la ceea ce mai este de încercat se insinuează iritant”. Jena celor bogaţi. Un alt memento că informaţia nu este cunoaştere, iar cunoaşterea nu este înţelepciune.

Au apărut strategii de acomodare. Sunt multe, dar, în esenţă, toate se reduc la două: filtrare şi căutare. Consumatorul hărţuit de informaţii recurge la filtre ca să separe metalul de zgură; filtrele includ bloguri şi redistribuitoare ale apelurilor pe telefonul mobil - alegerea ridică probleme de încredere şi de gust. Nevoia de filtre se strecoară în orice experiment mintal privind minunile informaţiei abundente. Atunci când Dennett şi-a imaginat Reţeaua sa de Poezie Completă, el a văzut problema. “Contraipoteza evidentă se naşte din memetica populaţiei”, a spus el. “Dacă s-ar stabili o astfel de reţea, niciun iubitor de poezie nu va dori să înoate căznit prin mii de fişiere

electronice pline de poezie proastă, în căutare de poezii bune.” Ar fi nevoie de filtre - editori şi critici. “Ei prosperă din cauza ofertei reduse şi a capacităţii limitate a minţilor, indiferent de canalele media de transmisie între minţi.”27 Acolo unde informaţia este ieftină, atenţia devine scumpă.

Din acelaşi motiv, mecanismele de căutare - motoare, în ciberspaţiu - găsesc ace în care cu fân. De-acum, am învăţat că nu e suficient ca informaţia să existe. La origine, un “fişier” era - în Anglia secolului al XVI-lea - un fir pe care puteau fi înnodate bileţele, facturi, note şi scrisori pentru păstrare şi referinţă. Au urmat dosarele, sertarele cu dosare şi dulapurile cu dosare; apoi, omonimele lor electronice; şi inevitabila ironie. Odată ce o informaţie este fişată, statistic este improbabil să mai cadă vreodată sub privirea cuiva. încă din 1847, Augustus De Morgan, prietenul lui Babbage, ştia acest lucru. Pentru orice carte aleasă la întâmplare, a spus el, o bibliotecă nu era mai bună decât un depozit de vechituri. “Luaţi biblioteca de la British Museum, de exemplu, atât de valoroasă, de utilă şi de accesibilă: ce şanse are o lucrare de a fi cunoscută ca fiind acolo, doar pentru că este acolo? Dacă este dorită, poate fi cerută; dar pentru a fi dorită, trebuie să fie cunoscută. Nimeni nu poate scotoci prin bibliotecă.”28

Prea multă informaţie şi atât de mult din ea pierdută. Un site de pe internet neindexat se află în acelaşi prag al iadului ca şi o bibliotecă fără rafturi. Acesta este motivul pentru care companii de succes şi atât de puternice din economia informaţiei se bazează pe filtrare şi căutare. Chiar şi Wikipedia este o combinaţie a celor două: căutare puternică, în principal asigurată de Google, şi un vast filtru cooperativ, străduindu-se să adune faptele reale şi să le elimine pe cele false. Căutarea şi filtrarea sunt singurele care stau între această lume şi Biblioteca din Babei.

In întrupările lor pe computer, aceste strategii par noi. Dar nu sunt. De fapt, o parte considerabilă a trusei de scule a tipăriturilor - luate acum ca de la sine înţelese, invizibile ca

un tapet vechi - a evoluat ca răspuns direct la supraabundenţa de informaţii. Ele sunt mecanisme de selecţie şi sortare; indexuri alfabetice, recenzii, scheme de aranjare pe rafturi şi cataloage, enciclopedii, arheologii şi publicaţii informative, volume de citate, acorduri şi gazetari. Atunci când Robert Burton a vorbit despre toate acele "ştiri proaspete în fiecare zi", despre "noi paradoxuri, opinii, schisme, erezii, controverse în filosofie, religie etc.", era pentru a justifica marele proiect al vieţii sale, *Anatomia melancoliei*, un compendiu incoerent al întregii cunoaşteri anterioare. Cu patru secole mai devreme, călugărul dominican Vincent de Beauvais a încercat să elaboreze propria sa versiune a tot ceea se ştia, creând una dintre primele enciclopedii medievale, *Speculum Maius*, *Marea oglindă* - manuscrisele sale organizate în optzeci de cărţi, 9 885 de capitole. "Mulţimea cărţilor, scurtimea timpului şi natura alunecoasă a memoriei nu permit ca toate lucrurile scrise să fie în egală măsură păstrate în minte."29 Ann Blair, specialistă în istorie, la Harvard, o spune simplu: "Percepţia unei supraabundenţe de cărţi a stimulat producerea şi mai multor cărţi".30 În felul lor, de asemenea, ştiinţele naturale precum botanica au dat un răspuns supraîncărcării informaţionale. Explozia speciilor recunoscute (şi a denumirilor lor) din secolul al XVI-lea solicita noi rutine de descriere standardizată. Au apărut enciclopedii botanice, cu glosare şi indexuri. Brian Ogilvie vede istoria botaniştilor din Renaştere ca fiind "impulsionată de nevoia de a stăpâni supraîncărcarea informaţională pe care fără voie ei au produs-o". Ei au creat o "*confusio rerum*", spune el, "însoţită de o *confusio verborum*";31 O masă confuză de lucruri noi; confuzie de cuvinte. Istoria naturală s-a născut ca să canalizeze informaţiile.

Atunci când noi tehnologii ale informaţiei modifică peisajul existent, ele provoacă rupturi: noi canale şi noi baraje, ce modifică traseele de irigaţii şi de transport. Echilibrul dintre

creatori şi consumatori este dat peste cap: scriitori şi cititori, vorbitori şi ascultători. Forţele pieţei sunt derutate; informaţia poate să pară prea ieftină şi prea scumpă în acelaşi timp. Vechile moduri de organizare a cunoaşterii nu mai funcţionează. Cine va căuta? Cine va filtra? Ruptura hrăneşte speranţa amestecată cu teamă. In primele zile ale radioului, Bertold Brecht, plin de speranţă, temător şi realmente obsedat, şi-a exprimat sentimentele aforistic: “Un om care are ceva de spus şi nu găseşte ascultători e într-o situaţie proastă. încă şi mai proastă este situaţia ascultătorilor care nu pot găsi pe nimeni care să aibă ceva să le spună”.32 Calculul se schimbă mereu. Intrebaţi-i pe bloggeri şi pe tweeteri: Ce este mai rău, prea multe guri sau prea multe urechi?

Epilog

(REÎNTOARCEREA SENSULUI)

Era inevitabil ca sensul să-şi croiască în forţă calea de întoarcere.1

- Jean-Pierre Dupuy (2000)

Epuizarea, suprasaturaţia, presiunea informaţiei - toate s-au mai văzut şi odinioară. Să-i dăm credit lui Marshall McLuhan pentru această intuiţie - cea mai esenţială a lui - din 1962:

Noi am înaintat până astăzi în era electrică tot atât pe cât elisabetanii avansaseră în era tipografică şi mecanică. Şi trăim experienţa aceloraşi confuzii şi indecizii pe care le-au simţit ei pe când trăiau simultan în două forme contrastante de societate şi de experienţă.2

Dar pe cât se aseamănă, aceste timpuri sunt diferite. Noi am parcurs deja o jumătate de secol şi putem începe să vedem cât de vastă este scara şi cât de puternice sunt efectele conectivităţii.

încă o dată, la fel ca în primele zile ale telegrafului, vorbim despre anihilarea spaţiului şi a timpului. Pentru McLuhan, aceasta era o premisă necesară pentru crearea unei conştiinţe globale - *cunoaşterea* globală. “Astăzi”, a scris el,

“am extins sistemul nostru nervos central la scară globală, abolind atât spaţiul, cât şi timpul în ceea ce priveşte planeta noastră. Rapid, ne apropiem de faza finală a extensiunii omului - simularea tehnologică a conştiinţei, când procesul creator de cunoaştere va fi în mod colectiv şi corporatist extins la întregul societăţii umane”.3 Walt Whitman o spusese mai bine acum un secol:

Ce şoapte sunt aceste ţări, alergând înainte-ţi, trecând pe sub mări?

Comunică toate naţiunile? e pe cale să fie doar o inimă a globului?4

Conectarea prin fir a lumii, apoi răspândirea masivă a comunicaţiilor fără fir au iniţiat speculaţia romantică despre naşterea unui nou organism global. Chiar în secolul al XIX-lea, mistici şi teologi au început să vorbească despre o minte împărtăşită sau o conştiinţă colectivă, formată prin colaborarea a milioane de oameni aflaţi în relaţie de comunicare unul cu celălalt.5

Unii au mers atât de departe încât să vadă această nouă creatură ca pe un produs natural al evoluţiei continue - un mod prin care oamenii să-şi împlinească destinul lor aparte, după ce egourile lor fuseseră strivite de darwinism. “Devine absolut necesar”, a scris filosoful francez Edouard Le Roy în 1928, “să plasăm [omul] deasupra planului inferior al naturii, într-o poziţie care îl face capabil să o domine”. Cum? Creând “noosfera” - sfera minţii - o “mutaţie” climatică în istoria evoluţiei.6 Prietenul său, filosoful iezuit Pierre Teilhard de Chardin, a făcut chiar mai mult pentru promovarea noosferei, pe care el a numit-o o “nouă piele” a pământului:

Nu pare ca şi cum un mare corp este pe cale de a se naşte - cu mădularele sale, cu sistemul său nervos, centrii săi perceptivi, memoria sa - chiar corpul al acelui mare ceva ce va să vină, spre a împlini aspiraţiile care s-au născut în fiinţa reflexivă odată cu recent dobândita conştiinţă a

interdependenţei sale cu, şi a responsabilităţii sale pentru un întreg aflat în evoluţie?7

Suna bombastic chiar şi în limba franceză, iar spiritele mai puţin mistice au considerat-o drept o frază sforăitoare (“nonsens, împănat cu o varietate de îngâmfări metafizice răsuflate”8, a fost judecata lui Peter Medawar), dar multi oameni testau aceeaşi idee, nu cei din urmă fiind scriitorii de science-fiction.9 Peste jumătate de secol, pionierii intemetului au agreat şi ei această idee.

H.G. Wells a fost cunoscut pentru cărţile sale de science-fiction, dar, în calitate de hotărât critic social, a publicat în 1938 o cărticică, spre sfârşitul vieţii, cu titlul *World Brain Creierul Lumii*. Nu era nimic fantezist în ideea pe care el voia să o promoveze: un sistem educaţional perfecţionat în întregul “corp” al umanităţii. Afară cu harababura de feude locale: “numeroşii noştri ganglioni necoordonaţi, amestecul neputincios de universităţi, institute de cercetare, literaturi teziste”. Să intre “o Opinie Publică recondiţionată şi mult mai puternică”.10 Creierul Lumii ar conduce globul. “Nu vrem dictatori, nu vrem partide oligarhice sau clase conducătoare, dorim o larg răspândită inteligenţă mondială conştientă de sine.” Wells credea că o nouă tehnologie era capabilă să revoluţioneze producţia şi distribuţia de informaţie: microfilmul. Imagini minuscule ale materialelor tipărite puteau fi realizate pentru mai puţin de un penny pagina, şi bibliotecarii din Europa şi din Statele Unite s-au reunit la Paris, în 1937, să discute posibilităţile în cadrul unui Congres Mondial al Documentării Universale. Şi-au dat seama că erau necesare noi modalităţi de indexare a literaturii. British Museum a iniţiat un program de microfilmare a patru mii dintre cărţile sale cele mai vechi. Wells a emis următoarea previziune: “In câţiva ani, vor exista mii de oameni care să lucreze în domeniul ordonării şi al sistematizării cunoaşterii pentru fiecare unul care există astăzi”.11 El a recunoscut că dorea să fie controversat şi provocator. Participând el însuşi la

congres din partea Angliei, a prevăzut “un fel de creier al umanităţii, un cortex cerebral care va constitui o memorie şi o percepţie a realităţii curente pentru întreaga rasă umană”.12 Totuşi, el îşi imagina ceva mundan, tot atât pe cât era de utopic: o enciclopedie. Ar fi succesoarea marilor enciclopedii naţionale - enciclopedia franceză a lui Diderot, *Britannica*, germanul *Konversations-Lexikon* (nu a menţionat cele *Patru mari cârti ale cântecului* din China) - care stabilizaseră şi echipaseră “inteligenţa generală”.

Această nouă enciclopedie mondială ar transcende forma statică a cărţii, tipărită în volume, a spus Wells. Sub direcţia unui personal profesional competent (“oameni foarte importanţi şi distinşi din noua lume”), ar fi într-o stare de permanentă schimbare - “un fel de casă mentală de schimb valutar în domeniul spiritului, un depozit în care cunoştinţe şi idei sunt primite, sortate, rezumate, prezentate succint, clarificate şi comparate” Cine ştie dacă Wells şi-ar recunoaşte viziunea în Wikipedia? Tumultul ideilor aflate în competiţie nu avea ce să caute în ea. Creierul Lumii urma să fie autoritar, dar nu centralizat.

Nu este nevoie să fie vulnerabil ca un cap de om sau aşa cum este vulnerabilă o inimă omenească. Poate fi reprodus exact şi integral, în Peru, China, Islanda, Africa Centrală. Poate să aibă simultan concentrarea unui animal craniat şi vitalitatea difuză a unei amoebe.

In această privinţă, a spus el, “ar putea să aibă forma unei reţele”.

Nu cantitatea de cunoştinţe face un creier. Nici măcar distribuţia cunoştinţelor. Este interconectivitatea. Atunci când Wells a folosit cuvântul *reţea* - un cuvânt la care tinea foarte *9 9*

mult -, a reţinut sensul lui originar, fizic, aşa cum ar fi făcut-o oricine pe vremea lui. El vizualiza fire sau sârme întreţesute. “O reţea de tulpini, minunat înnodate şi răsucite, născând frunzuliţe şi flori”; “o reţea complicată de sârme şi cabluri”.13 Pentru noi, acel sens este aproape

pierdut; o reţea este un obiect abstract, iar domeniul său este informaţia.

Naşterea teoriei informaţiei a venit cu nemilosul ei sacrificiu al semnificaţiei - tocmai calitatea care îi dă valoarea şi scopul. Introducând *Teoria matematică a comunicării*, Shannon a trebuit să fie brutal. El a declarat cu simplitate că sensul este "irelevant problemei inginereşti". Să uităm de psihologia umană; să abandonăm subiectivitatea.

Ştia că va întâmpina rezistenţă. Cu greu putea să nege că mesajele pot să aibă semnificaţie, "adică ele se referă la, ori sunt corelate, conform unui sistem, cu anumite entităţi fizice sau conceptuale". (Probabil un "sistem cu anumite entităţi fizice sau conceptuale" ar fi lumea şi locuitorii săi, împărăţia, puterea şi gloria, amin.) Pentru unii, era prea rece. Heinz von Foerster s-a plâns, la una dintre primele conferinţe de cibernetică, de faptul că teoria informaţiei se referea doar la "bip bipuri", spunând că numai când începe înţelegerea, în creierul omenesc, "*atunci* se naşte informaţia - ea nu se află în bipuri".14 Alţii visau să extindă teoria informaţiei cu o contraparte semantică. Semnificaţia, ca întotdeauna, rămânea greu de fixat. "Cunosc o regiune sălbatică", a scris Borges despre Biblioteca din Babei, "ai cărei bibliotecari repudiază obiceiul van şi superstiţios de a găsi un sens în cărţi şi îl pun pe acelaşi plan cu descoperirea unui sens în vise ori în liniile haotice din palma cuiva".15

Epistemologilor le păsa de cunoaştere, nu de bipuri şi semnale. Nimeni nu s-ar fi deranjat să alcătuiască o filosofie a punctelor şi liniuţelor, a vălătucilor de fum sau a impulsurilor electrice. E nevoie de un om - sau, să spunem, de un "agent cognitiv" - care să preia un semnal şi să-l transforme în informaţie. "Frumuseţea se află în ochiul privitorului, iar informaţia în capul receptorului", spune Fred Dretske. In orice caz, este o perspectivă comună, în epistemologie, că "noi *învestim* stimulii cu semnificaţie şi, în afara acestei învestiri, ei sunt goliţi de informaţie".16 Dar

Dretske argumentează că deosebirea dintre informaţie şi semnificaţie poate să-l elibereze pe filosof. Inginerii au furnizat o oportunitate şi o provocare: să înţelegem cum poate să evolueze semnificaţia: cum viaţa, manipulând şi codificând informaţii, progresează până la interpretare, credinţă şi cunoaştere.

Şi totuşi, cine s-ar putea îndrăgosti de o teorie care acordă afirmaţiilor false tot atâta valoare ca şi afirmaţiilor adevărate (cel puţin, în termenii cantităţii de informaţie)? Era o viziune mecanicistă. Era deshidratată. Un pesimist, privind în urmă, ar putea să o numească vestitoarea unui internet lipsit de suflet, în cea mai rea ipostază. "Cu cât «comunicăm» în felul în care o facem, cu atât mai mult creăm o lume *de iad*", a scris filosoful parizian - totodată şi istoric al ciberneticii - Jean-Pierre Dupuy.

Iau "iadul" în sensul său teologic, adică un loc golit de *graţie* - neprevăzutul nemeritat, nenecesar, surprinzător, neprevăzut. Aici lucrează un paradox: ne aparţine o lume despre care pretindem că avem din ce în ce mai multe *informaţii*, dar care ni se pare tot mai golită de sens.17

Oare acea lume de iad, pustiită de graţie a sosit? O lume de suprasaturaţie şi lăcomie de informaţii; de oglinzi strâmbe şi texte contrafăcute; bloguri obscene, bigotism anonim, mesaje banale. Flecăreală neîntreruptă. Falsul gonind adevărul.

Nu este lumea pe care o văd eu.

S-a crezut odinioară că un limbaj perfect ar trebui să instituie o corespondenţă exactă de unu-la-unu între cuvinte şi semnificaţiile lor. Ar trebui să nu existe nicio ambiguitate, nicio imprecizie, nicio confuzie. Babelul nostru pământesc este o cădere faţă de vorbirea pierdută a Raiului: o catastrofă şi o pedeapsă. "îmi închipui", scrie romancierul Dexter Palmer, "că intrările dicţionarului care zace pe masa din biroul lui Dumnezeu trebuie să aibă nişte corespondenţe de unu-la-unu între cuvinte şi definiţiile lor, astfel încât, atunci când Dumnezeu le dă directive îngerilor săi, ele sunt

complet lipsite de ambiguitate. Fiecare propoziţie pe care El o rosteşte sau o scrie trebuie să fie perfectă şi, ca atare, un miracol".18 Acum ştim mai bine. Cu sau fără Dumnezeu, nu există limbaj perfect.

Leibniz a gândit că, dacă limbajul natural nu poate fi perfect, cel puţin calculul ar putea să fie: un limbaj de simboluri desemnate riguros. "Toate gândurile omeneşti ar putea fi pe deplin rezolvabile într-un mic număr de idei considerate primitive." Acestea ar putea apoi să fie combinate şi disecate mecanic, ca atare. "Odată făcut acest lucru, oricine utilizează astfel de caractere fie nu va comite niciodată erori, fie, cel puţin, ar avea posibilitatea de a-şi recunoaşte imediat greşelile, utilizând cele mai simple teste."19 Gödel a pus capăt acestui vis.

Dimpotrivă, ideea de perfecţiune este contrară naturii limbajului. Teoria informaţiei ne-a ajutat să înţelegem acest lucru - sau, dacă sunteţi pesimişti, ne-a forţat să-l înţelegem. "Suntem nevoiţi să vedem", continuă Palmer, că termenii nu sunt ei înşişi idei, ci numai şiruri de dâre de cerneală; vedem că sunetele nu sunt nimic mai mult decât nişte unde. într-o epocă modernă, fără un Autor privindu-ne din ceruri, limbajul nu este un lucru cu o certitudine definită, ci de o infinită posibilitate; fără iluzia confortabilă a ordinii pline de sens, nu avem de ales decât să privim în faţă o dezordine fără sens; fără sentimentul că sensul poate fi cert, suntem copleşiţi de toate lucrurile care *ar putea* fi semnificate de cuvinte.

Infinita posibilitate este bună, nu rea. Dezordinea fără sens trebuie să fie înfruntată, nu temută. Limbajul cartografiază o nelimitată lume de obiecte, senzaţii şi combinaţii asupra unui spaţiu finit. Lumea se schimbă, amestecând mereu staticul şi efemerul, iar noi ştim că limbajul se schimbă, nu numai de la o ediţie la alta a *Oxford English Dictionary*, ci de la un moment la următorul şi de la o persoană la alta. Limbajul fiecăruia este diferit. Putem fi copleşiţi sau putem fi încurajaţi.

Din ce în ce mai mult, lexiconul se găseşte acum în reţea - conservat, chiar dacă se schimbă; accesibil şi investigabil. Tot astfel, cunoaşterea umană este absorbită în reţea, se topeşte în nor. Web site-urile, blogurile, motoarele de căutare şi enciclopediile, analiştii legendelor urbane şi contestatarii analiştilor. Pretutindeni, adevărul îşi freacă umerii de fals. Nicio formă de comunicare digitală nu şi-a atras mai multe ironii decât serviciul cunoscut drept Twitter - fleacuri împachetate în celofan, forţând banalitatea prin limitarea tuturor mesajelor la 140 de caractere. Caricaturistul Garry Trudeau a satirizat un ziarist de ştiri care cu greu îşi putea ridica privirea de pe Twitter ca să culeagă ceva ştiri. Apoi, însă, mesaje pe Twitter ale unor martori oculari au furnizat informaţii de urgenţă şi consolare în timpul atacurilor teroriste de la Mumbai din 2008 şi încărcările de pe Twitter de la Teheran au făcut ca protestele iranienilor să fie vizibile pentru întreaga lume în 2009. Aforismul este o formă cu o istorie onorabilă. Eu însumi rareori folosesc Twitter, însă chiar şi acest medium ciudat, microblogând atât de capricios şi de limitat, are farmecul şi foloasele sale. în 2010, Margaret Atwood, o maestră a formelor mai lungi, a spus că a fost “absorbită în twittosferă precum Alice în vizuina de iepure”.

Semnalizează, ca telegraful? Este poezie zen? Sunt bancuri mâzgălite pe pereţii de la toaletă? Este john inimioară Mary scrijelit pe un copac? Să spunem că e doar comunicare, iar comunicarea este ceva ce oamenii fac cu plăcere.20

La scurt timp după aceea, Biblioteca Congresului, fondată să colecţioneze orice carte, a decis să păstreze, de asemenea, şi fiecare tweet. Posibil nedemne şi probabil redundante, însă nu se ştie niciodată. Este comunicare umană.

Şi reţeaua a învăţat câteva lucruri pe care niciun individ nu le-ar fi putut şti vreodată.

Ea identifică CD-urile cu înregistrări muzicale cercetând duratele pieselor individuale de pe ele şi consultând o vastă bază de date, formată prin acumulare de-a lungul anilor, datorită contribuţiilor împărtăşite ale unor milioane de utilizatori anonimi. In 2007, această bază de date a scos la iveală ceva ce scăpase unor distinşi critici şi ascultători: anume că peste o sută de înregistrări lansate de către fostul pianist englez Joyce Hatto - muzică de Chopin, Beethoven, Mozart, Liszt şi alţii - erau, de fapt, interpretări furate de la alţi pianişti. MIT a stabilit un Centru de Inteligenţă Colectivă, destinat să descopere înţelepciunea de grup şi să o "valorifice". Rămâne dificil de ştiut când şi cât merită să avem încredere în înţelepciunea mulţimilor - titlul unei cărţi din 2004 a lui James Surowiecki -, spre a se deosebi de *nebunia mulţimilor*, istorisită în 1841 de către Charles Mackay, care declara că oamenii "înnebunesc în turmă, pe când minţile şi le recapătă încet şi unul câte unul".21 Mulţimile se transformă mult prea repede în gloate, cu la timpul lor onoratele manifestări: manii, himere, linşaj, adunări spontane, cruciade, isterie în masă, spirit de turmă, marşuri paramilitare, conformism, gândire în grup - toate potenţial amplificate de efectele de reţea şi studiate la capitolul cascade informaţionale. Judecata colectivă deţine posibilităţi atractive; autoînşelarea colectivă şi răul colectiv au deja o istorie cataclismică. Insă cunoaşterea din reţea este diferită de luarea deciziilor în grup, bazată pe copiere şi imitaţie de papagal. Ea pare să se dezvolte prin concreştere; poate să dea greutate deplină excentricităţilor şi excepţiilor; provocarea constă în a le recunoaşte şi de a avea acces la ele. In 2008, Google a creat un sistem de avertizare timpurie asupra pericolelor regionale de gripă, bazat pe date nu mai sigure decât incidenţa căutărilor pe web ale cuvântului *gripă*; se pare că sistemul a descoperit izbucnirea epidemiilor cu o săptămână mai devreme decât Centrele de Control şi Prevenţie a Bolilor. Aceasta a fost metoda Google: ea a

abordat dificile probleme clasice ale inteligenţei artificiale - traducerea automată şi recunoaşterea vocii - nu apelând la experţi umani, nu cu dicţionare şi lingvişti, ci cu ajutorul excavării vorace de date din trilioane de cuvinte în peste trei sute de limbi. Sub acest aspect, abordarea sa iniţială a căutării pe internet s-a bazat pe valorificarea cunoaşterii colective.

Iată cum arăta starea căutării în 1994. Nicholson Baker - în ultimul deceniu obsedat de Wikipedia; pe atunci apărătorul numărul unu din lume al conservării cartotecilor, a ziarelor vechi şi a altor hârţoage aparent demodate - s-a aşezat la un terminal dintr-o bibliotecă de la Universitatea din California şi a tastat caută su[biectul] cenzură. A primit un mesaj de eroare, căutare prelungită: Ceea ce căutaţi sunt unul sau mai multe cuvinte foarte comune, una care va genera peste 800 de titluri, a căror inventariere consumă mult timp.

şi un ghiont:

Căutările prelungite încetinesc sistemul pentru toată lumea din catalog şi adeseori nu dau rezultate utile. Vă rugăm să tastaţi HELP sau să solicitaţi asistenţa unui bibliotecar.22

Totul cât se poate de tipic. Baker stăpânea sintaxa necesară pentru căutări booleene cu complexe de şi-uri, de SAu-uri şi de NON-uri, de mic ajutor. A citat cercetări privind oboseala de ecran, eşec de căutare şi supraîncărcare informaţională şi a admirat o teorie potrivit căreia cataloagele electronice “dirijau, de fapt, o «condiţionare operaţională de prevenire» împotriva căutării ordine.

Iată cum arăta starea căutării peste doi ani, în 1996. Volumul de trafic pe internet crescuse de zece ori în fiecare an, de la 20 de terabyţi lunar la scară mondială în 1994 la 200 de terabyţi lunar în 1995 şi la 2 petabyţi în 1996. Inginerii de software care lucrau în laboratorul de cercetare din Palo Alto, California, de la Digital Equipment Corporation, tocmai lansaseră pentru public un nou tip de

motor de căutare, numit AltaVista, construind şi revizuind permanent un index pentru fiecare pagină pe care au putut-o găsi pe internet - în acel moment, zeci de milioane. O căutare pentru fraza “adevăr universal recunoscut” şi numele “Darcy” au furnizat patru mii de adrese. Printre acestea:

Textul complet, chiar dacă nesigur, al romanului *Mândrie şi prejudecată*, în mai multe versiuni, stocate în computere din Japonia, Suedia şi în alte părţi, ce pot fi descărcate gratuit sau, într-un caz, pentru o taxă de 2,25 dolari.

Peste o sută de răspunsuri la întrebarea “De ce puii de găină traversează strada?”, inclusiv “Jane Austen: Pentru că este un adevăr universal recunoscut că un singur pui de găină, având noroc şi văzând o stradă bine întreţinută, trebuie să fie dornic a o traversa”.

Declaraţia de intenţii a organizaţiei *Princeton Pacific Asia Review*: “Importanţa strategică a Asia Pacific este un adevăr universal recunoscut...”.

Un articol despre friptura la grătar aparţinând Societăţii Vegetariene din UK: “Este un adevăr universal recunoscut printre consumatorii de carne că.. .”.

Home page a lui Kevin Darcey, Irlanda. Home page a lui Darcy Cremer, Wisconsin. Home page şi tablourile marine ale lui Darcy Morse. Statisticile vitale ale lui Tim Darcy, fotbalist australian. CV-ul lui Darcy Hughes, îngrijitor şi babysitter de paisprezece ani din Columbia Britanică.

Fleacurile nu i-au descurajat pe compilatorii acestui index mereu în evoluţie. Ei erau pe deplin conştienţi de diferenţa între alcătuirea unui catalog de bibliotecă - având o ţintă fixă, cunoscută şi finită - şi căutarea unei lumi de informaţii fără graniţe sau limite. Ei gândeau că urmăreau ceva grandios. “Noi avem un lexicon al limbii curente a lumii”23, a spus managerul proiectului, Allan Jennings.

Apoi a venit Google. Brin şi Page au mutat compania lor de novici din dormitoarele lor de la Stanford în nişte birouri în 1998. Ideea lor era că ciberspaţiul posedă o formă de auto-

cunoaştere, inerentă linkurilor de la o pagină la alta şi că un motor de căutare putea să exploateze această cunoaştere. Aşa cum făcuseră şi alţi savanţi înainte, ei au vizualizat intemetul ca pe un grafic, cu noduri şi linkuri: la începutul lui 1998, 150 de milioane de noduri legau aproape două miliarde de linkuri. Ei au considerat fiecare link drept o expresie a valorii - o recomandare. Şi ei au recunoscut că nu toate linkurile sunt egale. Ei au inventat un mod recursiv de estimare a valorii: rangul unei pagini depinde de accesările sale; valoarea unui link depinde de rangul paginii care îl conţine. Nu numai că au inventat sistemul, dar l-au şi publicat. Lăsând intemetul să ştie cum lucra Google nu a afectat capacitatea Google de a folosi pârghiile cunoaşterii de pe internet.

In acelaşi timp, apariţia acestei reţele a tuturor reţelelor a inspirat noi activităţi teoretice privind topologia interconectivităţii în sisteme foarte vaste. Ştiinţa reţelelor a avut multiple origini şi a evoluat pe numeroase cărări, de la matematica pură la sociologie, dar s-a cristalizat în vara lui 1998, odată cu publicarea unei scrisori către revista *Nature* de Duncan Watts şi Steven Strogatz. Scrisoarea conţinea trei lucruri, a căror combinaţie avea să facă senzaţie: o expresie memorabilă, un rezultat frumos şi o varietate surprinzătoare de aplicaţii. A fost de ajutor faptul că una dintre aplicaţii era “AII the World's People” - “Toţi oamenii din lume”. Expresia memorabilă era *small world* - “o lume mică”. Atunci când doi străini descoperă că au un prieten comun - o legătură neaşteptată -, ei pot spune: “Mică e lumea” şi, în acest sens, Watts şi Strogatz vorbeau despre reţele de lume mică.

Calitatea definitorie a unei reţele de lume mică este surprinsă într-o expresie de neuitat din piesa lui John Guare din 1990, *Şase grade de separare*. Explicaţia canonică este aceasta:

Am citit undeva că oricine de pe această planetă este separat de numai şase alţi oameni. Şase grade de separare.

între noi şi oricine altcineva de pe această planetă. Preşedintele Statelor Unite. Un gondolier din Veneţia. Completaţi numele.24

Ideea poate fi urmărită înapoi până la un experiment din 1967, efectuat de către psihologul de la Harvard Stanley Milgram şi, chiar mai departe, până la o scurtă povestire de un scriitor maghiar, Frigyes Karinthy, intitulată *Lâncszemek* (*Lanţuri*).*25* Watts şi Strogatz au luat-o în serios: părea să fie adevărată şi este contraintuitivă, deoarece în tipurile de reţele pe care le-au studiat, nodurile păreau să fie foarte izolate. Ele sunt de gaşcă. Puteţi cunoaşte o mulţime de oameni, dar ei tind să vă fie vecini - într-un spaţiu social, dacă nu literal - şi să cunoască mai ales aceiaşi oameni. In lumea reală, gruparea şi izolarea grupului sunt omniprezente în reţelele complexe: neuronii din creier, epidemiile de boli infecţioase, reţelele electrice, fisuri şi canale în roca bogată în petrol. Gruparea înseamnă şi fragmentare: ţiţeiul nu curge, epidemiile sunt eradicate. Străinii aflaţi la mare depărtare rămân înstrăinaţi.

Dar unele noduri pot avea linkuri îndepărtate, iar unele noduri pot avea un grad excepţional de conectivitate. Ceea ce Watts şi Strogatz au descoperit în modelele lor matematice este că sunt necesare uimitor de puţine astfel de excepţii - doar câteva linkuri îndepărtate, chiar într-o reţea strâns grupată - pentru a sfărâma separarea medie faţă de aproape orice, creând astfel o lume mică.26 Unul dintre cazurile lor test a fost o epidemie globală: “Se prevede că bolile infecţioase se răspândesse mult mai uşor şi mai repede într-o lume mică; ideea alarmantă şi mai puţin evidentă este cum doar câteva scurtături sunt necesare pentru a face ca o lume să fie una mică”.27 Câteva însoţitoare de zbor, active din punct de vedere sexual, pot fi de ajuns.

In ciberspaţiu, aproape totul se ascunde în umbră. Aproape totul este conectat, de asemenea, iar conectivitatea vine din relativ puţine noduri, deosebit de

bine relationale sau care prezintă o deosebit de mare încredere. Oricum, e altceva să dovedeşti că fiecare nod este aproape de oricare alt nod; aceasta nu oferă o cale de a găsi drumul dintre ei. Dacă gondolierul din Veneţia nu poate găsi o cale către preşedintele Statelor Unite, existenţa matematică a legăturii dintre ei poate fi o slabă consolare. John Guare a înţeles acest lucru, la rândul său; continuarea explicaţiei din *Şase grade de separare* este mai puţin frecvent citată:

Faptul că suntem atât de apropiaţi mi se pare A) formidabil de liniştitor şi B) ca tortura picăturii chinezeşti. Pentru că trebuie să găseşti cei şase oameni potriviţi pentru a face legătura.

Nu există în mod necesar un algoritm pentru aşa ceva.

Reţeaua are o structură, şi acea structură stă pe un paradox. Totul este apropiat şi totul este îndepărtat, în acelaşi timp. Acesta este motivul pentru care ciberspaţiul poate să pară nu numai aglomerat, ci şi singuratic. Poţi să arunci o piatră într-o fântână fără să auzi niciodată un pleoscăit.

Niciun *deus ex machina* nu aşteaptă în culise; nu e nimeni în dosul cortinei. Nu avem nici un demon al lui Maxwell care să ne ajute să filtrăm şi să căutăm. “Vedeţi, noi vrem Demonul”, a scris Stanislaw Lem, “ca să extragem din dansul atomilor numai informaţii autentice, precum teoreme matematice, magazine de modă, schiţe, cronici istorice sau o reţetă de crutoane ionizate sau cum se curăţă şi se netezeşte o foaie de azbest, şi poezie, de asemenea, şi consultări ştiinţifice, almanahuri, calendare, documente secrete şi orice a apărut vreodată în toate ziarele din Univers, dar şi cărţile de telefoane ale viitorului”.28 Ca întotdeauna, alegerea este ceea ce ne *informează* (în sensul originar al acelui cuvânt). Selecţia autenticului consumă lucru mecanic; apoi, uitarea consumă şi mai mult. Acesta este blestemul omniştiinţei: răspunsul la orice întrebare poate fi obţinut din vârful degetelor - via Google,

Wikipedia, IMDb, YouTube, Epicurious, Baza Naţională de Date ADN sau oricare dintre succesorii naturali şi moştenitorii lor - şi încă ne întrebăm ce ştim.

Cu toţii suntem acum vizitatori ai Bibliotecii din Babei şi noi suntem, de asemenea, şi bibliotecari. Umblăm în zigzag de la exaltare la groază şi înapoi. “Atunci când s-a proclamat că Biblioteca conţinea toate cărţile”, ne spune Borges, “prima impresie a fost o fericire nebună. Toţi oamenii se simţeau stăpâni peste o comoară intactă şi secretă. Nu exista problemă personală sau mondială a cărei soluţie grăitoare să nu existe într-un hexagon. Universul era lămurit”. Au urmat lamentările. La ce sunt bune preţioasele cărţi ce nu pot fi găsite? La ce e bună cunoaşterea completă, în perfecţiunea sa imobilă? Borges este îngrijorat: “Certitudinea că totul a fost scris neagă fiinţa noastră sau ne transformă în fantome”.29 La care John Donne răspunsese cu mult înainte: “Cel care doreşte să tipărească o carte ar trebui să dorească mai mult: să fie o carte”.30

Biblioteca va dura; ea este universul. Cât despre noi, nu totul a fost scris; nu ne transformăm în fantome. Mergem pe coridoare, cercetând rafturile şi rearanjându-le, căutând versuri cu sens într-un puhoi de cacofonie şi incoerenţă, citind istoria trecutului şi a viitorului, colecţionând gândurile noastre şi gândurile altora şi, din când în când, privind luciul unor oglinzi, în care putem recunoaşte creaturile informaţiei.

Mulţumiri

<

Le sunt îndatorat şi recunoscător lui Charles H. Bennett, Gregory J. Chaitin, Neil J. A. Sloane, Susana Cuyler, Betty Shannon, Norma Barzman, John Simpson, Peter Gilliver, Jimmy Wales, Joseph Straus, Craig Townsend, Janna Levin, Katherine Bouton, Dan Menaker, Esther Schor, Siobhan Roberts, Douglas Hofstadter, Martin Seligman, Christopher Fuchs, şi recent dispăruţilor John Archibald Wheeler, Carol

Hutchins şi Betty Alexandra Toole; de asemenea, agentului meu, Michael Carlisle, şi, ca întotdeauna, pentru strălucirea şi răbdarea sa, editorului meu, Dan Frank.

546 Informaţia Prolog

Note

Prolog

1. Robert Price, “A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving”, *IEEE Communication Magazine*, nr. 22 / 1984, p. 126.

2. Comitetul a primit termenul tranzistor din partea lui John R. Pierce; Shannon a preluat termenul bit de la John W. Tukey.

3. Interviu, Mary Elizabeth Shannon, 25 iulie 2006.

4. Statistical Abstract of the United States 1950. Mai exact: 3 186 de staţii de emisie radio şi TV, 15 000 de cotidiene şi periodice, 500 de milioane de cărţi şi broşuri, şi 40 de miliarde de expedieri poştale.

5. George A. Campbell, “On Loaded Lines in Telephonic Transmission”, *Philosophical Magazine*, nr. 5 / 1903, p. 313.

6. Hermann Weyl, “The Current Epistemological Situation in Mathematics” (1925), citat în John L. Bell, “Hermann Weyl despre intuiţie şi continuum”, *Philosophia Mathematica* 8, nr. 3 / 2000, p. 261.

7. Andrew Hodges, Alan Turing: *Enigma*, Londra, Vintage, 1992, p. 251.

8. Scrisoare, Shannon către Vannevar Bush, 16 februarie 1939, în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editori N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. 455.

9. Thomas Elyot, *The Boke Named The Governor*, 1531, III, p. xxiv.

10. Marshall McLuhan, *Understanding Media*: *The Extensions of Man*, New York, McGraw-Hill, 1965, p. 302.

11. Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker*, New York, Norton, 1986, p. 112. [în versiune românească, *Ceasornicarul orb*, Humanitas, Bucureşti, 2009]

12. Wemer R. Loewenstein, *The Touchstone of Life*: *Molecular Information*, *Cell Communication* şi *the Foundations of Life*, New York, Oxford University Press, 1999, p. xvi.
13. John Archibald Wheeler, "It from Bit", în *At Home in the Universe*, New York, American Institute of Physics, 1994, p. 296.
14. John Archibald Wheeler, "The Search for Links", în Anthony J. G. Hey (editor) *Feynman and Computation*, Boulder, Colorado, Westview Press, 2002, p. 321.
15. Seth Lloyd, "Computational Capacity of the Universe", *Physical Review Letters* 88, nr. 23 / 2002.
16. John Archibald Wheeler, "It from Bit", p. 298.
17. John R. Pierce, "The Early Days of Information Theory", *IEEE transactions of Information Theory 19*, nr. 1 /1973, p. 4.
18. Thomas Hobbes, *Leviathan*, Londra, Andrew Crooke, 1660, cap. 4.

1

1. Irma Wassail, "Black Drums", *Phylon Quaterly* nr. 4 /1943, p. 38.
2. Walter J. Ong, *Interfaces of the Word*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1977, p. 105.
3. Francis Moore, *Travels into the Inland Parts of Africa*, Londra, J. Knox, 1767.
4. William Allen şi Thomas R. H. Thomson, *A Narrative of the Expedition to the River Niger in 1841*, vol. 2, Londra, Richard Bentley, 1848, p. 393.
5. Roger T. Clarke, "The Drum Language of the Tumba People", *American Journal of Sociology* 40, nr. 1 / 1934, pp. 34-48.
6. G. Suetonius Tranquillus, *The Lives of the Caesars*, traducere John C. Rolfe, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1998, p. 87.
7. Aeschylus, *Agamemnon*, traducere Charles W. Eliot, p. 335.

8. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1995, p. 17.

9. Thomas Browne, *Pseudoxia Epidemica*: *Or*, *Enquiries Into Very Many Received Tenents şi Commonly Presumed Truths*, ediţia a treia, Londra, Nath. Ekins, 1658, p. 59.

10. Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*: *Ptolemaic and Copernican*, traducere Stillman Drake, Berkeley, Calif., University of California Press, 1967, p. 95.

11. *Samuel F. B. Morse*: *His Letters and Journals*, vol. 2, editor Edward Lind Morse, Boston, Houghton Mifflin, 1914, p. 12

12. U. S. Patent 1647, 20 iunie 1840, p. 6.

13. Samuel F. B. Morse, scrisoare către Leonard D. Gale, în-*Samuel F. B. Morse*: *His Letters and Journals*, vol. 2, p. 65.

14. *Ibid.*, p. 64.

15. "The Atlantic Telegraph", *The New York Times*, *7* august 1858.

16. Morse a pretins că el a fost acela, iar partizanii lor au păreri împărţite. Cf. *Samuel F. B. Morse*: *His Letters and Journals*, vol. 2, p. 68; George P. Oslin, *The Story of Telecommunications*, Maco, Ga., Mercer University Press, 1992, p. 24; Franklin Leonard Pope, "The American Inventors of the Telegraph", *Century Illustrated Magazine*, aprilie 1888, p. 934; Kenneth Silverman, *Lightning Man*: *The Accursed Life of Samuel F. B. Morse*, New York, Knopf, 2003, p. 167.

17. John R. Pierce, *An Introduction to Information Theory*: *Symbols*, *Signals şi Noise*, ediţia a doua, New York, Dover, 1980, p. 25.

18. Robert Sutherland Rattray, "The Drum Language of West Africa: Partea a II-a", *Journal of the Royal African Society* 22, nr. 88 / 1923, p. 302.

19. John F. Carrington, *La voix des tambours*: *comment comprendre le langage tambouriné d'Afrique*, Kinshasa,

Protestant d'Édition et de Diffusion, 1974, p. 66, citat în Walter J. Ong, *Interfaces of the Word*, p. 95.

20. John E. Carrington, *The Talking Drums of Africa*, Londra, Carey Kingsgate, 1949, p. 19.

21. *Ibid*., p. 33.

22. Robert Sutherland Rattray, “The Drum Language of West Africa: Partea I”, *Journal of the Royal African Society* 22, nr. 87 / 1923, p. 235.

23. Theodore Stem, “Drum and Whistle «Languages»: An Analysis of Speech Surrogates”, *American Anthropologist* 59 / 1957, p. 489.

24. James Merrill, “Eight Bits”, în *The Inner Room*, New York, Knopf, 1988, p. 48.

25. Ralph V. L. Hartley, “Transmission of Information”, *Bell System Technical Journal* 7 / 1928, pp. 535-563.

26. John F. Carrington, *The Talking Drums of Africa*, p. 83.

27. Israel Shenker, “Boomlay”, *Time*, 22 noiembrie 1954.

2.

1. Ward Just, *An Unfinished Season*, New York, Houghton Mifflin, 2004, p. 153.

2. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*: *The Technologizing of the Word*, Londra, Methuen, 1982, p. 31.

3. Jack Goody şi Ian Watt, “The Consequences of Literacy”, *Comparative Studies in Society and History* 5, nr. 3 /1963, pp. 304-345.

4. Frank Kermode, “Free Fall”, *New York Review of Books* 10, nr. 5/14 martie 1968.

5. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 12.

6. Jonathan Miller, Marshall McLuhan, *New York*, Viking, 1971, p. 100.

7. Plato, *Phaedrus*, traducere Benjamin Jowett, Fairfield, Iowa, First World Library, 2008, 275a. [în româneşte, Platon, *Phaidros*, în *Opere*, vol. IV, traducere de Gabriel Liiceanu, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1983]

8. Marshall McLuhan, “Culture Without Literacy”, în Eric McLuhan şi Frank Zingrone (editori) *Essential McLuhan*, New York, Basic Books, 1996, p. 305.

9. Pliny the Elder, *The Historie of the World*, vol. 2, traducere Philemon Holland, Londra, 1601, p. 581.

10. Samuel Butler, *Essays on Life*, *Art şi Science*, Port Washington, N.Y., Kennikat Press, 1970, p. 198.

11. David Diringer şi Reinhold Regensburger, *The Alphabet*: *A Key to the History of Mankind*, ediţia a treia, vol. 1, New York, Funk & Wagnails, 1968, p. 166.

12. “The Alphabetization of Homer”, în Eric Alfred Havelock şi Jackson P. Hershbell, *Communication Arts in the Ancient World*, New York, Hastings House, 1978, p. 3.

13. Aristotle, *Poetics*, traducere William Hamilton Fyfe, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1953,1447b. [în româneşte, Aristotel, *Poetica*, Editura IRI, Bucureşti, 1998]

14. Eric A. Havelock, *Preface to Plato*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1963, pp. 300-301.

15. Aristotle, *Poetics*, 145Ob.

16. Plato, *Republic*, 6.493e. Cf. Eric A. Havelock, *Preface to Plato*, p. 282. [In româneşte, *Republica*, în Platon, *Opere*, vol.

V, traducere Andrei Cornea, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1986]

17. *Republic*, 6.484b.

18. Eric A. Havelock, *Preface to Plato*, p. 282.

19. Nu toată lumea este de acord în această privinţă. Un contraargument: John Halverson, “Goody and the Implosion of the Literacy Thesis”, *Man 27*, nr. 2 / 1992, pp. 301-317.

20. Aristotle, *Prior Analytics*, traducere A.J. Jenkinson, 1:3

21. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 49.

22. A.R. Luria, *Cognitive Development*, *Its Cultural and Social Foundations*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1976, p. 86.

23. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 53.

24. Benjamin Jowett, introducere la Platon, *Theaetetus*, Teddington, U.K., Echo Library, 2006, p. 7

25. Gongsun Long, "When a White Horse Is Not a Horse", traducere A.C. Graham, în P. J. Ivanhoe et al., *Readings in Classical Chinese Philosophy*, ediţia a doua, Indianapolis, Hackett Publishing, 2005, pp. 363-366. De asemenea, A.C. Graham, *Studies in Chinese Philosophy and Philosophical Literature*, SUNY Series in Chinese Philosophy and Culture, Albany, State University of New York Press, 1990, p. 178.

26. Julian Jaynes, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, Boston, Houghton Mifflin, 1977, p. 177.

27. Thomas Sprat, *The History of the Royal Society of London*, *for the Improving of Natural Knowledge*, ediţia a treia, Londra, 1722, p. 5.

28. Julian Jaynes, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, p. 198.

29. Donald E. Knuth, "Ancient Babylonian Algorithms", *Communications of the Association for Computing Machinery* 15, nr. 7 / 1972, pp. 671-677.

30. Asger Aaboe, *Episodes from the Early History of Mathematics*, New York, L.W. Singer, 1963, p. 5.

31. Otto Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity*, ediţia a doua, Providence, R.I., Brown University Press, 1957, pp. 30 şi 40-46.

32. Donald E. Knuth, *Ancient Babylonian Algorithms*, p. 672.

33. John of Salisbury, *Metalogicon*, 1:13, citat şi tradus de M. T. Clanchy, *From Memory to Written Record England*, 1066- 1307, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1979, p. 202.

34. *Ibid*.

35. *Phaedrus*, traducere Benjamin Jewett, 275d.

36. *Marshall McLuhan*, "Media and Cultural Change,,, în Essential McLuhan, p. 92.

37. Jonathan Miller, *Marshall McLuhan*, p. 3.

38. Interviu pentru *Playboy*, martie 1969, în *Essential McLuhan*, p. 3.
39. Thomas Hobbes, *Leviathan*, *or The Matter*, *Forme and Power of a Commonwealth*, *Ecclesiasticall şi Civili*, 1651; reeditare Londra, George Routledge and Sons, 1886, p. 299.
40. Walter J. Ong, "This Side of Oral Culture and of Print", Conferinţă Lincoln, 1973, p. 2.
41. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 14.
3.
1. Thomas Sprat, *The History of the Royal Society of London*, *for the Improving of Natural Knowledge*, ediţia a treia, Londra, 1722, p. 42.
2. Robert Cawdrey, *A Table Alphabetical^* Londra, Edmund Weaver, 1604, poate fi găsită la Bodleian Library; în ediţie facsimile Robert A. Peters (editor) Gainsville, Fla., Scholars' Facsimiles & Reprints, 1966; online via the University of Toronto Library; şi, cel mai satisfăcător, retipărit drept John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, *1604*: *Robert Cawdry's A Table Alphabeticall*, Oxford, Bodleian Library, 2007.
3. Robert Greene, *A Notable Discovery ofCoosnage* (1591); retipărit Gloucester, U.K., Dodo Press, 2008; Albert C. Baugh, *A History of the English Language*, ediţia a doua, New York, Appleton-Century-Crofts, 1957, p. 252.
4. Richard Mulcaster, *The First Part of the Elementarie Which Entreateth Chefelie of the Right Writing of Our English Tung*, Londra, Thomas Vautroullier, 1582.
5. John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, p. 41.
6. John Strype, *Historical Collections of the Life and Acts of the Right Reverend Father in God*, John Aylmer, Londra, 1701, p. 129, citat în John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, p. 10.
7. Gertrude E. Noyes, "The First English Dictionary, Cawdrey's Table Alphabetical!", *Modern Language Notes* 58, nr. 8 / 1943, p. 600.

8. Edmund Coote, *The English Schoole-maister*, Londra, Ralph Jackson & Robert Dexter, 1696, p. 2.
9. Lloyd W. Daly, *Contributions to a History ofAlphabeticization in Antiquity and the Middle Ages*, Bruxelles, Latomus, 1967, p. 73.
10. William Dunn Macray, *Annals of the Bodleian Library*, Oxford, 1598-1867, Londra, Rivingtons, 1868, p. 39
11. Gottfried Leibniz, *Unvorgreifliche Gedanken*, citat şi tradus de Werner Hüllen, *English Dictionaries 800-1700*: *The Topical Tradition*, Oxford, Clarendon Press, 1999, p. 16n.
12. Ralph Lever, *The Arte of Reason*, Londra, H. Bynneman, 1573.
13. John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding*, capitolul 3, secţiunea 10.
14. Galileo, scrisoare către Mark Welser, 4 mai 1612, traducere Stillman Drake, în *Discoveries and Opinions of Galileo*, p. 92.
15. Isaac Newton, *Philosophise Naturalis Principia Mathematica*, traducere Andrew Motte, (Scholium) 6.
16. Jonathon Green, *Chasing the Sun*: *Dictionary Makers and the Dictionaries They Made*, New York, Holt, 1996, p. 181.
17. Interviu, John Simpson, 13 septembrie 2006.
18. Ambrose Bierce, *The Devil's Dictionary*, New York, Dover, 1993, p. 25.
19. Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, traducere G. E. M. Anscombe, New York, Macmillan, 1953, p. 47.
20. James A.H. Murray, “The Evolution of English Lexicography”, *Romanes Lecture*, 1900.
21. Peter Gilliver et al., *The Ring of Words*: *Tolkien and the Oxford English Dictionary*, Oxford, Oxford University Press, 2006, p. 82.
22. Anthony Burgess, “OED +”, în *But Do Blondes Prefer Gentlemen*? *Homage to Qwert Yuiop and Other Writings*, New York, McGraw-Hill, 1986, p. 139. Nu a putut să treacă

peste asta. Intr-un eseu de mai târziu, “Ameringlish”, s-a plâns din nou.

23. “Writing the OED: Spellings”, Oxford English Dictionary, http://www.oed.com/about/
writing/spellings.html (accesat pe 6 aprilie 2007).

24. Samuel Johnson, prefaţă la *A Dictionary of the English Language*, 1755.

25. John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, p. 24.

26. “The Death of Lady Mondegreen”, *Harper's Magazine*, noiembrie 1954, p. 48.

27. Steven Pinker, *The Language Instinct*: *How the Mind Creates Language*, New York, William Morrow, 1994, p. 183.

4.

Scrierile originale ale lui Charles Babbage şi, într-o mai mică măsură, cele ale Adei Lovelace sunt tot mai accesibile. Ediţia cuprinzătoare, de o mie de dolari, în unsprezece volume, *The Works of Charles Babbage*,editată de Martin Campbell-Kelly, a fost publicată în 1989. Online, textele complete ale lucrărilor lui Babbage *Passages from the Life of a Philosopher* (1864), *On the Economy of Machinery and Manufactures* (1832) şi *The Ninth Bridgewater Treatise* (1838) pot fi găsite acum în ediţii scanate din biblioteci de programul de carte al Google. încă indisponibil în cadrul acestuia (până în 2010), dar de asemenea util, este volumul fiului său, *Babbage's Calculating Engine*: *Being a Collection of Papers Relating to Them* (1889). Pe măsură ce interesul a sporit în timpul erei maşinilor de calcul, mare parte din materialele utile din aceste cărţi au fost retipărite în culegeri de texte; cele mai valoroase sunt *Charles Babbage and His Calculating Engines*,editată de Philip Morrison şi Emily Morrison (1961), şi *Science and Reform*: *Selected Works of Charles Babbage* de Anthony Hyman (1989). Alte manuscrise au fost publicate în J.M. Dubbey, *The Mathematical Work of Charles Babbage* (1978). Notele care urmează se referă la una sau mai multe dintre aceste

surse, în funcţie de ceea ce pare de cel mai mare folos pentru cititor. Traducerea şi uluitoarele “note” ale lui L.F. Menabrea la “Sketch of the Analytical Engine” de Ada Augusta, contesă de Lovelace, au fost făcute disponibile online pe http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html graţie lui John Walker; ele sunt de asemenea reproduse în culegerea lui Morrison. In ceea ce priveşte scrisorile şi însemnările Lovelace, ele se găsesc la British Library, the Bodleian [din Oxford] şi prin alte părţi, dar multe au fost publicate de Betty Alexandra Toole în Ada: The Enchantress of Numbers (1992 şi 1998); acolo unde este posibil, încerc să citez versiunile publicate.

1. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures* (1832), p. 300; retipărit în *Science and Reform*: *Selected Works of Charles Babbage*, editor Anthony Hyman, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, p. 200.

2. “Defunctul Domnul Charles Babbage, F. R. S.”, *The Times*, Londra, 23 octombrie 1871. Cruciada lui Babbage împotriva flaşnetarilor nu a fost în van; o nouă lege din 1864 împotriva muzicii de stradă a fost cunoscută drept Babbage's Act. Cf. Stephanie Pain, “Mr. Babbage and the Buskers”, *New Scientist* 179, nr. 2408 / 2003, p. 42.

3. N.S. Dodge, “Charles Babbage”, *Smithsonian Annual Report of 1873*, pp. 162-197, retipărit în *Annals of the History of Computing 22*, nr. 4 / octombrie-decembrie 2000, p. 20

4. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra, Longman, Green, Longman, Roberts & Green, 1864, p. 36.

5. *Ibid.*, pp. 385-386.

6. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, ediţia a patra, Londra, Charles Knight, 1835, p. v.

7. *Ibid.*, p. 146.

8. Henry Prevost Babbage (editor) *Babbage's Calculating Engine*: *Being a Collection of Papers Relating to Them*; *Their History and Construction*, Londra, E. & F. N. Spon, 1889, p. 52.

9. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 67.

10. *Charles Babbage and Hid Calculating Engines*: *Being a Collection of Papers Relating to Them*: *Selected Writings*, editori Philip Morrison şi Emily Morrison, New York, Dover Publications, 1961, p. xxiii.

11. Elie de Joncourt, *De Natura Et Praeclaro Usu Simplicissimae Speciei Numerorum Trigonalium*, Hagae Comitum, Husson, 1762, citat în Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 54.

12. Citat în Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change*: *Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1979, p. 468.

13. Mary Croarken, “Mary Edwards: Computing for a Living in 18-th Century England”, *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 4 / 2003, pp. 9-15; şi - după o fascinantă muncă de detectiv - Mary Croarken, “Tabulating the Heavens: Computing the Nautical Almanac in 18-th Century England”, *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 3 / 2003, pp. 48-61.

14. Henry Briggs, *Logarithmicall Arithmetike*: *Or Tables of Logarithmes for Absolute Numbers from an Unite to 100 000*, Londra, George Miller, 1631, p. 1.

15. John Napier, “Dedicatorie”, în *A Description of the Admirable Table of Logarithmes*, traducere Edward Wright, Londra, Nicholas Okes, 1616, p. 3.

16. Henry Briggs către James Ussher, 10 martie 1615, citat de Graham Jagger în Martin Campbell-Kelly (et al., editori), *The History of Mathematical Tables*: *From Sumer to Spreadsheets*, Oxford, Oxford University Press, 2003, p. 56.

17. William Lilly, *Mr. William Lilly's History of His Life and Times, from the Tear 1602 to 1681*, Londra, Charles Baldwyn, 1715, p. 236.
18. Henry Briggs, *Logarithmicall Arithmetike*, p. 52.
19. *Ibid.*, p. 11.
20. Ole I. Franksen, "Introducing «Mr. Babbage's Secret»", APL Quote Quad 15, nr. 1 / 1984, p. 14.
21. Michael Williams, *A History of Computing Technology*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1997, p. 105.
22. Michael Măstlin, citat în Ole I. Franksen, "Introducing «Mr. Babbage's Secret»", p. 14.
23. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 17.
24. Simon Schaffer, "Babbage's Dancer", în Francis Spufford şi Jenny Uglow (editori) *Cultural Babbage: Technology, Time and Invention*, Londra, Faber and Faber, 1996, p. 58.
25. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, pp. 26-27.
26. W. W. Rouse Ball, *A History of the Study of Mathematics at Cambridge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1889, p. 117.
27. *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 23.
28. *Ibid.*, p. 31.
29. C. Gerhard (editor) *Die Philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, vol. 7, Berlin, Olns, 1890, p. 12, citat de Kurt Gödel în "Russell's Mathematical Logic", 1944, în Kurt Gödel: *Collected Works*, vol. 2, editor Solomon Feferman, New York, Oxford University Press, 1986, p. 140.
30. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 25.
31. *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 25.
32. Charles Babbage, "Memoirs of the Analytical Society", prefaţă (1813), în Anthony Hyman (editor) *Science and Reform: Selected Works of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, pp. 15-16.

33. Agnes M. Clerke, *The Herschels and Modern Astronomy*, New York, Macmillan, 1895, p. 144
34. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 34.
35. *Ibid*., p. 42.
36. *Ibid*., p. 41.
37. “Machina arithrnetica in qua non additio tantum et substractio sed et multiplicatio nullo, divisio vero paene nullo animi labore peragantur”, traducere M. Kormes, 1685, în D.E. Smith, *A Source Book in Mathematics*, New York, McGraw-Hill, 1929, p. 173.
38. Charles Babbage, *A Letter to Sir Humphrey Davy on the Application of Machinery to the Purpose of Calculating and Printing Mathematical Tables*, Londra, J. Booth & Baldwain, Cradock & Joy, 1822, p. 1.
39. Babbage către David Brewster, 6 noiembrie 1822, în Martin Campbell-Kelly (editori) *The Works of Charles Babbage*, New York, New York University Press, 1989, p. 43
40. Dionysius Lardner, “Babbage's Calculating Engine”, *Edinburgh Review* anul 59, nr. 120 /1834, p. 282; şi Edward Everett, “The Uses of Astronomy”, în *Orations and Speeches on Various Occasions*, Boston, Little, Brown, 1870, p. 447.
41. Martin Campbell-Kelly, “Charles Babbage's Table of Logarithms”, 1927, *Annals of the History of Computing*, anul 10,1988, pp. 159-169.
42. Dionysius Lardner, *Babbage's Calculating Engine*, p. 282.
43. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 52.
44. *Ibid*., pp. 60-62.
45. Babbage către John Herschel, 10 august 1814, citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*: *Pioneer of the Computer*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1982, p. 31.

46. David Brewster către Charles Babbage, 3 iulie 1821, citat în J.M. Dubbey, *The Mathematical Work of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1978, p. 94.

47. Babbage către John Herschel, 27 iunie 1823, citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*, p. 53.

48. Dionysius Lardner, *Babbage's Calculating Engines*, p. 264.

49. “Address of Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage”, în *Charles Babbage and Hid Calculating Engines*, p. 219.

50. Dionysius Lardner, *Babbage's Calculating Engines*, pp. 288-300.

51. Charles Babbage, “On a Method of Expressing by Signs the Action of Machinery”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, anul 116, nr. 3 / 1826, pp. 250-265.

52. Citat în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, xxiii. Soţii Morrison arată că Tennyson a schimbat, pare-se, “minut” cu “moment” în ediţiile de după 1850.

53. Harriet Martineau, *Autobiography*, 1877, citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*, p. 129.

54. Citat în Doron Swade, *The Difference Engine*: *Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, New York, Viking, 2001, p. 132.

55. Citat în *ibid.*, p. 38.

56. Reclamă comercială în ziarul *The Builder*, 31 decembrie 1842, http://www.victorianlondon.org/photography/ adverts.htm (accesat pe 7 martie 2006).

57. Lord Byron, “Childe Harold's Pilgrimage”, Cântul 3, p. 118.

58. Byron către Augusta Leigh, 12 octombrie 1923, în Leslie A. Marchand (editor) *Byron's Lettersand Journals*, vol. 9, Londra, John Murray, 1973-1994, p. 47.

59. Ada către Lady Byron, 3 februarie 1828, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*: *Prophet of the Computer Age*, Mill Valley, Calif., Strawberry Press, 1998, p. 25.

60. Ada către Lady Byron, 2 aprilie 1828, *ibid*., p. 27.

61. Ada către Mary Somerville, 20 februarie 1835, *ibid*., p. 55.

62. *Ibid*., p. 33.

63. Sophia Elizabeth De Morgan, *Memoir of Augustus De Morgan*, Londra, Longmans, Green, 1882, p. 89.

64. Ada către dr. William King, 24 martie 1834, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 45.

65. Ada către Mary Somerville, 8 iulie 1834, *ibid*., p. 46.

66. "Of the Analytical Engine", în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 55.

67. *Ibid*., p. 65.

68. Ada către Mary Somerville, 22 iunie 1837, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 70.

69. Ada către Lady Byron, 26 iunie 1838, *ibid*., p. 78.

70. Ada către Babbage, noiembrie 1839, *ibid*., p. 82.

71. Ada către Babbage, 16 februarie 1840, *ibid*., p. 83.

72. Augustus De Morgan către Lady Byron, citat în Betty Alexandra Toole, "Ada Byron, Lady Lovelace, an Analyst and Metaphysician", *IEEE Annals of the History of Computing*, anul 18, nr. 3 / 1996, p. 7.

73. Ada către Babbage, 16 februarie 1840, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 83.

74. Ada către Augustus De Morgan, 3 februarie 1841, *ibid*., p. 99.

75. Eseu fără titlu, 5 ianuarie 1841, *ibid*., p. 94.

76. Ada către Woronzow Greig, 15 ianuarie 1841, *ibid*., p. 98.

77. Ada către Lady Byron, 6 februarie 1841, *ibid*., p. 101.

78. *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 113. El a mai adăugat: "Poate că vom trimite fulgere care să-i întreacă pe cei vinovaţi...".

79. Citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*, p. 185.
80. Bibliothèque Universelle de Genève, nr. 82 / octombrie, 1842.
81. Ada către Babbage, 4 iulie 1843, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 145.
82. Nota A (aparţinând traducătoarei, Ada Lovelace) către L. F. Menabrea, "Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage", în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 247.
83. *Ibid.*, p. 252.
84. H. Babbage, "The Analytical Engine", comunicare citită la Bath, 12 septembrie 1888, în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 331.
85. Nota D (a translatoarei Ada Lovelace) către L. F. Menabrea, "Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage".
86. Ada către Babbage, 5 iulie 1843, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 147.
87. Nota D (a traducătoarei Ada Lovelace) către L.F. Menabrea, "Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage".
88. Ada către Babbage, 13 iulie 1843, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 149.
89. Ada către Babbage, 22 iulie 1843, *ibid.*, p. 150.
90. Ada către Babbage, 30 iulie 1843, *ibid.*, p. 157.
91. H. p. Babbage, "The Analytical Engine", p. 333.
92. "MaelzeTs Chess-Player", în *The Prose Tales of Edgar Allan Poe*: *Third Series*, New York, A.C. Armstrong & Son, 1889, p. 230.
93. Ralph Waldo Emerson, *Society and Solitude*, Boston, Fields, Osgood, 1870, p. 143.
94. Oliver Wendell Holmes, *The Autocrat of the Breakfast-Table*, New York, Houghton Mifflin, 1893, p. 11.
95. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 235.

96. “On the Age of Strata, as Inferred from the Rings of Trees Embedded in Them”, din Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise*: *A Fragment*, Londra, John Murray, 1837, în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 368.
97. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery*, p. 10.
98. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 447.
99. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery*, p. 273.
100. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 460.
101. *Ibid*., p. 301.
102. Jenny Uglow, “Possibility”, în Francis Spufford and Jenny Uglow, *Cultural Babbage*, p. 20.
103. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 450.
104. Ada către Lady Byron, 10 august 1851, în Betty Alexandra Toole, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*, p. 287.
105. Ada către Lady Byron, 29 octombrie 1851, *ibid*., p. 291.

5.

1. Nathaniel Hawthorne, *The House of the Seven Gables*, Boston, Ticknor, Reed & Fields, 1851, p. 283.
2. Ei operau traficul “lejer şi nu foarte constant”, “Central Telegraph Stations”, *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, anul 4 / 1875, p. 106.
3. Andrew Wynter, “The Electric Telegraph”, *Quarterly Review* 95/1854, pp. 118-164.
4. Iwan Rhys Morus, “«The Nervous System of Britain»: Space, Time and the Electric Telegraph in the Victorian Age”, *British Journal of the History of Science* 33/2000, pp. 455-475.
5. Citat în Iwan Rhys Morus, “«The Nervous System of Britain»“, p. 471.

6. “Edison's Baby”, *The New York Times*, *27* octombrie 1878, p. 5.
7. “The Future of the Telephone”, *Scientific American*, 10 ianuarie 1880.
8. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*: *Including Its Rise and Progress in the United States*, New. York, Putnam, 1852, p. v.
9. William Robert Grove, citat în Iwan Rhys Morus, “«The Nervous System of Britain»“, p. 463.
10. Dionysius Lardner, *The Electric Telegraph*, revăzută şi rescrisă de Edward B. Bright, Londra, James Walton, 1867, p. 6.
11. “The Telegraph”, *Harper's New Monthly Magazine*, 47/ august 1873, p. 337.
12. “The Electric Telegraph”, *The New York Times*, 11 noiembrie 1852.
13. Job 38:35; Dionysius Lardner, *The Electric Telegraph*.
14. *Memoirs of Count Miot de Melito*, vol. 1, traducere Cashel Hoey şi John Lillie, Londra, Sampson Low, 1881, p. 44.
15. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, Washington, D.C.: IEEE Computer Society, 1995, p. 52ff.
16. “Lettre sur une nouveau télégraphe”, citat în Jacques Attali şi Yves Stourdze, “The Birth of the Telephone and the Economic Crisis: The Slow Death of Monologue in French Society”, în Ithiel de Sola Poolin (editor) *The Social Impact of the Telephone*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1977, p. 97.
17. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, p. 59.
18. Bertrand Barère de Vieuzac, 17 august 1794, citat în *ibid.*, p. 64.
19. Taliaferro p. Shaffner, *The Telegraph Manual*: *A Complete History and Description of the Semaphoric*, *Electric and Magnetic Telegraphs of Europe*, *Asia*, *Africa şi*

America, *Ancient and Modern*, New York, Pudney & Russell, 1859, p. 42.

20. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, p. 81.

21. Charles Dibdin, "The Telegraph", în *The Songs of Charles Dibdin*, *Chronologically Arranged*, vol. 2, Londra, G.H. Davidson, 1863, p. 69.

22. Taliaferro p. Shaffner, *The Telegraph Manual*, p. 31.

23. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, The Early History of Data Networks, p. 56.

24. *Ibid*., p. 91

25. *Ibid*., *p. 93*.

26. J.J. Fahie, *A History of Electric Telegraphy to the Year 1837*, Londra, E. & N. Spon, 1884, p. 90.

27. E.A. Marland, *Early Electrical Communication*, Londra, Abelard-Schuman, 1964, p. 37.

28. "O încercare a lui Dyer de a introduce telegraful său în uzul general a întâmpinat imense prejudecăţi şi, speriindu-se de unele manifestări ale acestora, a părăsit ţara." Chauncey M. Depew, *One Hundred Years of American Commerce*, New York, D.O. Haynes, 1895, p. 126.

29. John Pickering, *Lecture on Telegraphic Language*, Boston, Hilliard, Gray, 1833, p. 11.

30. Citat în Daniel R. Headrick, *When Information Came of Age*: *Technologies of Knowledge in the Age of Reason and Revolution*, *1700*/*1850*, Oxford, Oxford University Press, 2000, p. 200.

31. John Pickering, *Lecture on Telegraphic Language*, p. 26.

32. Manuscris al lui Davy, citat în J.J. Fahie, *A History of Electric Telegraphy to the Year 1837*, p. 351.

33. William Fothergill Cooke, *The Electric Telegraph*: *Was it Invented By Professor Wheatstone*?, Londra, W.H. Smith & Son, 1857, p. 27.

34. Alfred Vail, *The American Electro-Magnetic Telegraph*: *With the Reports of Congress şi a Description of All*

Telegraphs Known, *Employing Electricity or Galvanism*, Philadelphia, Lea & Blanchard, 1847, p. 178.

35. *Samuel F. B. Morse*: *His Letters and Journals*, vol. 2, Boston, Houghton Mifflin, 1914, p. 21.

36. Amintire a lui R.W. Habersham, *Samuel F. B. Morse*: *His Letters and Journals*.

37. Alfred Vail, *The American Electro-Magnetic Telegraph*, p. 70.

38. Andrew Wynter, *The Electric Telegraph*, p. 128.

39. Laurence Turnbull, *The Electro-Magnetic Telegraph*, *With an Historical Account of Its Rise*, *Progress şi Present Condition*, Philadelphia, A. Hart, 1853, p. 87.

40. "The Trial of John Tawell for the Murder of Sarah Hart by Poison, at the Aylesbury Spring Assizes, before Mr. Baron Parks, on March 12th 1845", în William Otter Woodall, *A Collection of Reports of Celebrated Trials*, Londra, Shaw & Sons, 1873.

41. John Timbs, *Stories of Inventors and Discoverers in Science and the Useful Arts*, Londra, Kent, 1860, p. 335.

42. Citat în Tom Standage, *The Victorian Internet*: *The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On-line Pioneers*, New York, Berkley, 1998, p. 55.

43. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*, p. 121.

44. Charles Maybury Archer (editor) *The London Anecdotes*: *The Electric Telegraph*, vol. 1, Londra, David Bogue, 1848, p.85.

45. *Littel's Living Age*, anul 6, nr. 63/26 iulie 1845, p. 194.

46. Andrew Wynter, "The Electric Telegraph", p. 138.

47. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*, p. 6.

48. "The Atlantic Telegraph", *The New York Times*, 6 august 1858, p. 1.

49. Charles Maybury Archer, *The London Anecdotes*, p. 51.

50. *Ibid.*, p. 73.

51. George B. Prescott, *History*, *Theory şi Practice of the Electric Telegraph*, Boston, Ticknot and Fields, 1860, p. 5.
52. *The New York Times*, 7 august 1858, p. 1.
53. Citat în Iwan Rhys Morus, "«The Nervous System of Britain»", p. 463.
54. Charles Wilkes către S. F. B. Morse, 13 iunie 1844, în Alfred Vail, *The American Electro Magnetic Telegraph*, p. 60.
55. Citat în Adam Frank, *Valdemar's Tongue*, *Poe's Telegraphy*, ELH 72, 2005, p. 637.
56. Andrew Wynter, *The Electric Telegraph*, p. 133.
57. Alfred Vail, *The American Electro Magnetic Telegraph*, p. viii.
58. Convenţie între Cooke şi Wheatstone, 1843, în William Fothergill Cooke, *The Electric Telegraph*, p. 46.
59. "The Telegraph", *Harper's New Monthly Magazine*, p. 336.
60. Andrew Wynter, *Subtle Brains and Lisson Fingers*: *Being Some of the Chisel-Marks of Our Industrial and Scientific Progress*, Londra, Robert Hardwicke, 1863, p. 363.
61. Robert Frost, "The Line-Gang", 1920.
62. *Littel's Living Age*, anul 6, nr. 63/26 iulie 1845, p. 194.
63. "The Telegraph", *Harper's New Monthly Magazine*, p. 333.
64. Andrew Wynter, *Subtle Brains and Lisson Fingers*, p. 371.
65. Andrew Wynter, *The Electric Telegraph*, p. 123.
66. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*, p. 123.
67. Alfred Vail, *The American Electro Magnetic Telegraph*, p. 46.
68. Francis O. J. Smith, *The Secret Corresponding Vocabulary*; *Adapted for Use to Morse's Electro-Magnetic Telegraph*: *And Also in Conducting Written Correspondence*, *Transmitted by the Mails*, *or Otherwise*, Portland, Maine, Thurston, Ilsley, 1845.

69. Exemple din William Clauson-Thue, *The ABC Universal Commercial Electric Telegraph Code*, ediţia a patra, Londra, Eden Fisher, 1880.

70. *Ibid.*, p. iv.

71. Primrose v. Western Union Tel. Co., 154 U. S. 1 / 1894; "Not Liable for Errors in Ciphers", *The New York Times*, *T7* mai 1894, p. 1.

72. Retipărită ulterior, cu autorul identificat, drept John Wilkins, *Mercury*: *Or the Secret and Swift Messenger*. *Shewing How a Man May With Privacy and Speed Communicate His Thoughts to a Friend At Any Distance*, ediţia a treia, Londra, John Nicholson, 1708.

73. *John Aubrey*, *Brief Lives*, editor Richard Barber, Woodbridge, Suffolk, Boydell Press, 1982, p. 324.

74. John Wilkins, *Mercury*: *Or the Secret and Swift Messenger*, p. 62.

75. *Ibid.*, p. 69.

76. David Kahn, *The Codebreakers*: *The Story of Secret Writing*, Londra, Weidenfeld & Nicolson, 1968, p. 189.

77. "*K* Few Words on Secret Writing", *Graham's Magazine*, iulie 1841; Edgar Allan Poe, *Essays and Reviews*, New York, Library of America, 1984, p. 1277.

78. *The Literati of New York*, 1846, în Edgar Allan Poe, *Essays and Reviews*, p. 1172.

79. Cf. William F. Friedman, "Edagar Allan Poe, Cryptographer", *American Literature* anul 8, nr. 3 / 1936, pp. 266-280; Joseph Wood Krutch, *Edagar Allan Poe*: *A Study in Genius*, New York, Knopf, 1926.

80. Lewis Carroll, "The Telegraph-Cipher", card tipărit 8 x 12 cm., Berol Collection, New York University Library.

81. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra, Longman, Green, Longman, Roberts & Green, 1864, p. 235.

82. Simon Singh, *The Code Book*: *The Secret History of Codes and Code-breaking*, Londra, Fourth Estate, 1999, p. 63ff.

83. Dionysius Lardner, “Babbage's Calculating Engines”, *Edinburgh Review* anul 59, nr. 120 / 1834, pp. 315-317.

84. De Morgan către Boole, 28 noiembrie 1847, în G. C. Smith (editor) *The Boole-De Morgan Correspondence 1842-1864*, Oxford, Clarendon Press, 1982, p. 25.

85. De Morgan către Boole, ciornă, netrimisă, *ibid*., p. 27.

86. Citat de Samuel Neil, “The Late George Boole, LL.D., D.C.L.”, 1865, în James Gasser (editor) *A Boole Anthology*: *Recent and Classical Studies in the Logic of George Boole*, Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic, 2000, p. 16.

87. George Boole, *An Investigation of the Laws of Thought*, *on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, Londra, Walton & Maberly, 1854, p. 34.

88. *Ibid*., *pp*. *24-25*.

89. *Ibid*., p. 69.

90. “The Telegraph”, *Harper's New Monthly Magazine*, p. 359.

91. Lewis Carroll, *Symbolic Logic*: *Part I*, *Elementary*, Londra, Macmillan, 1896, 112 şi 131. Şi cf. Steve Martin, *Born Standing Up*: *A Comic's Life*, New York, Simon & Schuster, 2007, p. 74.

92. Bertrand Russell, *Mysticism and Logic*, 1918; retipărit Mineola, N.Y., Dover, 2004, p. 57.

6.

1. James Clerk Maxwell, “The Telephone”, Conferinţă Rede, Cambridge 1878, “ilustrată cu ajutorul harpei telefonice a lui Mr. Gower”, în W.D. Niven (editor) *The Scientific Papersd of James Clerk Maxwell*, voi. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; retipărit New York, Dover, 1965, p. 750.

2. “Destul de mic pentru ca, trecând de câteva străzi, să te afli la ţară” interviu al lui Shannon cu Anthony Liversidge, Omni, august 1987, în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editori N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. xx.

3. “In the World of Electricity”, *The New York Times*, 14 iulie 1895, p. 28.
4. David B. Sicilia, “How the West Was Wired”, *Inc.*, 15 iunie 1997.
5. *Complete Stories and Poems of Edgar Allan Poe*, New York, Doublefay, 1966, p. 71.
6. *Ibid.*, p. 90.
7. *The New York Times*, 21 octombrie 1927.
8. Vannevar Bush, “As We May Think”, *The Atlantic*, iulie 1945.
9. Shannon către Rudolf E. Kalman, 12 iunie 1987, Manuscript Division, Library of Congress.
10. Claude Shannon, “A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits”, *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 57 / 1938, pp. 38-50.
11. Vannevar Bush către Barbara Burks, 5 ianuarie 1938, Manuscript Division, Library of Congress.
12. Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 892.
13. *Ibid.*, p. 921.
14. Claude Shannon către Vennevar Bush, 16 februarie 1939, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 455.
15. Leibniz către Jean Galloys, decembrie 1678, în Martin Davis, *The Universal Computer*: *The Road from Leibniz to Turing*, New York, Norton, 2000, p. 16.
16. Alfred North Whitehead şi Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, vol. 1, Cambridge, Cambridge University Press, 1910, p. 2.
17. Bertrand Russell, “Mathematical Logic Based on the Theory of Types”, *American Journal of Mathematics* anul 30, nr. 3 / iulie 1908, p. 222.
18. Douglas Hofstadter, *I Am a Strange Loop*, New York, Basic Books, 2007, p. 109.
19. Alfred North Whitehead şi Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, vol. 1, p. 61.

20. “The Philosophy of Logical Atomism” (1910), în Bertrand Russell, *Logic and Knowledge*: *Essays*, *1901-1950*, Londra, Routledge, 1956, p. 261.

21. Kurt Gödel, “On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems I” (1931), în *Kurt Gödel*: *Collected Works*, vol. 1, editor Solomon Feferman, New York, Oxford University Press, 1986, p. 146.

22. Kurt Gödel, “Russell's Mathematical Logic” (1944), în *Kurt Gödel*: *Collected Works*, vol. 2, p. 119.

23. Kurt Gödel, “On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems I” (1931), p. 145.

24. *Ibid*,, p. 151 nl5.

25. Kurt Gödel, “Russell's Mathematical Logic” (1944), p. 124.

26. Douglas Hofstadter, *I Am a Strange Loop*, p. 166.

27. John von Neumann, “Tribute to Dr. Gödel” (1951), citat în Steve J. Heims, *John von Neumann and Norbert Wiener*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1980, p. 133.

28. Russell către Leon Henkin, 1 aprilie 1963.

29. Ludwig Wittgenstein, *Remarks on the Foundations of Mathematics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1967, p. 158.

30. Gödel către Abraham Robinson, 2 iulie 1973, în *Kurt Gödel*: *Collected Works*, vol. 5, p. 201.

31. Rebecca Goldstein, *Incompletness*: *The Proof and Paradox of Kurt Gödel*, New York, Atlas, 2005, p. 207.

32. Hermann Weyl către Claude Shannon, 11 aprilie 1940, Manuscript Division, Library of Congress.

33. David A. Mindell, *Between Human and Machine*: *Feedback*, *Control şi Comparing Before Cybernetics*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002, p. 289.

34. Vannevar Bush, “Report of the National Defense Research Committee for the First Year of Operation, între 27 iunie 1940 şi 28 iunie 1941”, Franklin D. Roosevelt Presidential Library and Museum, p. 19.

35. R.B. Blackman, H.W. Bode şi Claude E. Shannon, “Data Smoothing and Prediction in Fire-Control Systems”, Summary Technical Report of Division 7, National Defense Research Committee, vol. 1, Gunfire Control, Washington D.C., 1946, pp. 71-159 şi 166-167; David A. Mindell, “Automation's Finest Hour: Bell Labs and Automatic Control in World War IT', *IEEE Control Systems*, 15 *I* decembrie 1995, pp. 72-80.

36. Elisha Gray către A.L. Hayes, octombrie 1875, citat în Michael E. Gorman, *Transforming Nature*: *Ethics*, *Invention and Discovery*, Boston, Kluwer Academic, 1998, p. 165.

37. Albert Bigelow Paine, *In One Man's Life*: *Being Chapters from the Personal* & *Business Career of Theodore N. Vail*, New York, Harper & Brothers, 1921, p. 114.

38. Marion May Dilts, *The Telephone in a Changing World*, New York, Longmans, Green, 1941, p. 11.

39. “The Telephone Unmasked”, *The New York Times*, 13 octombrie 1877, p. 4.

40. *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, editor W.D. Niven, vol. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; retipărit la New York, Dover, 1965, p. 744.

41. *Scientific American*, 10 ianuarie 1880.

42. *Telephones*: *1907*, Special Reports, Bureau of Census, p. 74.

43. Citat în Ithiel de Sola Pool (editor) *The Social Impact of Telephone*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1977, p. 140.

44. J. Clerk Maxwell, “A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field”, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 155 / 1865, p. 459.

45. Michèle Martin, “*Hello*, *Central*?”: *Gender*, *Technology şi Culture in the Formation of Telephone System*, Montreal, McGill-Queens's University Press, 1991, p. 55.

46. “Proceedings of the National Telephone Exchange Association”, 1881, în Frederick Leland Rhodes, *Beginings of Telephony*, New York, Harper & Brothers, 1929, p. 154.

47. Citat în Peter Young, *Person to Person*: *The International Impact of the Telephone*, Cambridge, Granta, 1991, p. 65.
48. Herbert N. Casson, *The History of the Telephone*, Chicago, A. C. McClurg, 1910, p. 296.
49. John Vaughn, “The Thietieth Anniversary of a Great Invention”, *Scribner*, 40 / 1906, p. 371.
50. G.E. Schindler, Jr. (editor) *A History of Engineering and Science in the Bell System*: *Switching Technology 1925-1975*, Bell Telephone Laboratories, 1982.
51. T.C. Fry, “Industrial Mathematics”, *Bell System Technical Journal*, anul 20, iulie 1941, p. 255.
52. Bell Canada Archives, citat în Michèle Martin, “Hello, Central?”, p. 23
53. H. Nyquist, *Certain Factors Affecting Telegraph Speed*, *Bell System Technical Journal* 3 / aprilie 1924, p. 332.
54. R. V. L. Hartley, *Transmission of Information*, Bell System Technical Journal 7 / iulie 1928, p. 536.
55. *Ibid*.
56. H. Nyquist, “Certain Factors Affecting Telegraph Speed”, p. 333.
57. R. V. L. Hartley, “Transmission of Information”, p. 537.
7.
1. John Barwise, “Information and Circumstance”, *Notre Dame Journal of Formai Logic*, anul 27, nr. 3 / 1986, p. 324.
2. Interviu al lui Shannon cu Robert Price: “A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving”, *IEEE Communication Magazine* 22 / 1984, p. 125; cf. Alan Turing to Claude Shannon, 3 iunie 1953, Manuscript Division, Library of Congress.
3. Andrew Hodges, *Alan Turing*: *The Enigma*, Londra, Vintage, 1992, p. 251.
4. Kurt Gödel către Ernest Nagel, 1957, în *Kurt Gödel*: *Collected Works*, vol. 5, editor Solomon Feferman, New York, Oxford University Press, 1986, p. 147.

5. Max H. A. Newman către Alonzo Church, 31 mai 1936, citat în Andrew Hodges, *Alan Turing*, p. 113.

6. Alan M. Turing, “On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem”, *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 / 1936, pp. 230-265.

7. Scrisoare de la Alan Turing către mama şi tatăl său, vara anului 1923, AMT/K/1/3, Turing Digital Archive, http://www.turingarchive.org.

8. Alan M. Turing, *On Computable Numbers*, pp. 230-265.

9. “On the Seeming Paradox of Mechanizing Creativity”, în Douglas R. Hofstdter, *Metamagical Themas*: *Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985, p. 535.

10. “The Nature of Spirit”, eseu nepublicat, 1932, în Andrew Hodges, *Alan Turing*, p. 63.

11. Herbert B. Enderton, “Elements of Recursion Theory”, în Jon Barwise, *Handbook of Mathematical Logic*, Amsterdam, North Holland, 1977, p. 529.

12. Alan Turing către Sara Turing, 14 octombrie 1936, citat în Andrew Hodges, *Alan Turing*, p. 120.

13. “Communication Theory of Secrecy Systems” (1948), în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editor N. J. A. Sloane and Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. 90.

14. *Ibid*., p. 113.

15. Edward Sapir, *Language*: *An Introduction to the Study of Speech*, New York, Harcourt, Brace, 1921, p. 21.

16. “Communication Theory of Secrecy Systems” (1948), în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, p. 85.

17. *Ibid*., p. 97.

18. “Communication Theory - Exposition of Fundamentals”, *IRE Transactions on Information Theory*, nr. 1 / februarie 1950, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 173.

19. Scrisoare a lui Warren Weaver către Claude Shannon, 27 ianuarie 1949, Manuscript Division, Library of the Congress.

20. John R. Pierce, “The Early Days of Information Theory”, *IEEE transactions of Information Theory*, anul 19, nr. 1 /1973, p. 4.

21. Claude Elwood Shannon şi Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949, p. 31.

22. *Ibid.*, p. 11.

23. “Stochastic Problems in Physics and Astronomy”, *Review of Modern Physics*, anul 15, nr. 1 / ianuarie 1943, p. 1.

24. M. G. Kendall şi B. Babbington Smith, *Table of Random Sampling Numbers*, Cambridge, Cambridege University Press, 1939. Kendall şi Smith au folosit o “maşină de randomizam” - un disc rotativ cu cele zece cifre iluminate la intervale neregulate de un bec cu neon. Un efort anterior, întreprins de L. H. C. Tippert în 1927, a extras 41 000 de cifre din datele de recensământ, notând, de asemenea, doar ultima cifră a oricărui număr. Un articol puţin naiv din *Mathematical Gazette* argumenta, în 1944, că maşinile nu erau necesare: “Intr-o comunitate modernă, nu e nevoie, se pare, să se construiască o maşină de randomizare, pentru că atât de multe trăsături ale vieţii sociologice prezintă un caracter aleatoriu.. Astfel, un set de numere aleatorii ce pot servi oricărui scop poate fi construit citind plăcuţele de înmatriculare ale maşinilor pe măsură ce acestea trec pe stradă, deoarece maşinile, chiar dacă sunt numerotate serial, se deplasează pe drumuri de o manieră non-serială, erori evidente, precum aceea de a citi numerele văzute în fiecare dimineaţă în drumul cuiva spre gară, când maşina lui dlui Smith este parcată întotdeauna la nr. 49, fiind, desigur, evitate” Frank Sandon, “Random Sampling Numbers”, *The Mathematical Gazette*, 28 / decembrie 1944, p. 216.

25. Fletcher Pratt, *Secret and Urgent*: *The Story of Codes and Ciphers*, Garden City, N. Y., Blue Ribbon, 1939.

26. Claude Elwood Shannon şi Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, p. 18.

27. "Un cuvânt sugerat de către J. W. Tukey", a adăugat el. John Tukey, statisticianul, fusese coleg de cameră cu Richard Feynman la Princeton şi a petrecut ceva timp lucrând la Bell Labs după război.

28. Claude Shannon, "Prediction and Entropy of Printed English", *Bell System Technical Journal*, 30 / 1951, p. 50, în *Claude Shannon*, *Collected Papers*, p. 94.

29. Citat în M. Mitchell Waldrop, "Reluctant Father of the Digital Age", *Technology Review*, iulie-august 2001, pp. 64-71.

30. Interviu al lui Shannon cu Anthony Liversidge, *Omni*, august 1987, în *Claude Shannon*, *Collected Papers*, p. xxiii.

31. Notă scrisă de mână, 12 iulie 1949, Manuscript Division, Library of Congress.

8.

1. Heinz von Foerster (editor) *Cybernetics*: *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems*: *Transactions of the Seventh Conference*, *March 23-24*, *1950*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1951, p. 155.

2. JJ. Doob, recenzie (fără titlu), *Mathematical Review* 10 / februarie 1949, p. 133.

3. A. Chapanis, recenzie (fără titlu), *Quaterly Review of Biology*, anul 26, nr. 3 / septembrie 1951, p. 321.

4. Arthur W. Burks, recenzie (fără titlu), *Philosophical Review*, anul 60, nr. 3 / iulie 1951, p. 398.

5. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 37 / 1949, în Claude Elwood Shannon, *Collectede Papers*, editori N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. 872.

6. John R. Pierce, "The Early Days of Information Theory", *IEEE Transactions on Information Theory*, anul 19, nr. 1 / 1973, p. 5.

7. André-Marie Ampère utilizase cuvântul, cybernetics, în 1834 (*Essai sur la philosophie des science*).

8. “Boy of 14 College Graduate”, *The New York Times*, 9 mai 1909, p. 1.

9. Bertrand Russell către Lucy Donnelly, 19 octombrie 1913, citat în Steve J. Heims, *John von Neumann and Norbert Wiener*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1980, p. 18.

10. Norbert Wiener către Leo Wiener, 15 octombrie 1913, citat în Flo Conway şi Jim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age*: *in Search of Norbert Wiener*, *the Father of Cybernetics*, New York, Basic Books, 2005, p. 30.

11. Norbert Wiener, *I Am a Mathematician*: *The Later Life of a Prodigy*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1964, p. 324.

12. *Ibid*., *p. 375*.

13. Arturo Rosenblueth et al., “Behavior, Purpose and Teleology”, *Philosophy of Science* 10 / 1943, p. 18.

14. Citat în Warren S. McCulloch, “Recollections of the Many Sources of Cybernetics”, *ASC Forum*, anul 6, nr. 2 / 1974.

15. “In Man's Image”, *Time*, 27 decembrie 1948.

16. Norbert Wiener, *Cybernetics*: *Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, ediţia a doua, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961, p. 118.

17. *Ibid*., p. 132.

18. Warren S. McCulloch, “Through the Den of the Metaphysician”, *British Journal for the Philosophy of Science*, anul 5, nr. 17 / 1954, p. 18.

19. Warren S. McCulloch, *Recollections of the Many Sources of Cybernetics*, p. 11.

20. Steve J. Heims, *The Cybernetics Group*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1991, p. 22.

21. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 11.

22. *Ibid*., p. 12.

23. *Ibid*., p. 18

24. Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind*: *On the Origins of Cognitive Science*, traducere de M. B. DeBevoise, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2000, p. 89.
25. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 13.
26. *Ibid.*, p. 20.
27. Warren S. McCulloch şi John Pfeiffer, "Of Digital Computers Called Brains", *Scientific Monthly*, anul 69, nr. 6 / 1949, p. 368.
28. J. C. R. Licklider, interviu cu William Aspray şi Arthur Norberg, 28 octombrie 1988, Charles Babbage Institute, University of Minnesota, http://special.lib.umn.edu/cbi/oh/pdf.phtml?id=
180 (accesat pe 6 iunie 2010).
29. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 66.
30. *Ibid.*, p. 92.
31. *Ibid.*, p. 100.
32. *Ibid.*, p. 123.
33. *Ibid.*, p. 135.
34. Citat în Flo Conway şi Jim Siegelman, *Dark Hero of Information Age*, p. 189.
35. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 143.
36. Heinz von Foerster (editor) *Cybernetics*: *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social System*: *Transactions of the Eight Conference*, *March 15-16,1951*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1952, p. xiii.
37. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 151.
38. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Eight Conference*, p. 173.
39. "Computers and Automata", în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 706.

40. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Eight Conference*, p. 175.
41. *Ibid.*, p. 180.
42. Citat în Roberto Cordeschi, *The Discovery of the Artificial*: *Behavior*, *Mind şi Machines Before and Beyond Cybernetics*, Dordrecht, Netherlands, Springer, 2002, p. 163.
43. Norbert Wiener, *Cybernetics*, p. 23.
44. John Bates către Grey Walter, citat în Owen Holland, "The First Biologically Inspired Robots", *Robotica* 21 / 2003, p. 354.
45. Philip Husbands şi Owen Holland, "The Ratio Club: A Hub of British Cybernetics", în *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008, p. 103.
46. *Ibid.*, p. 110.
47. "Brain and Behavior", *Comparative Psychology Monograph*, Seria 103 *I* 1950, în Warren S. McCulloch, Embodiments of Mind, Cambridge, Mass., MIT Press, 1965, p. 307.
48. Alan M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence", *Minds and Machines*, anul 59, nr. 236 / 1950, pp. 433-460.
49. *Ibid.*, p. 436.
50. *Ibid.*, p. 439.
51. Alan Turing, "Intelligent Machinery, a Heretical Theory", conferinţă nepublicată, circa 1951, în Stuart M. Shieber (editor) *The Turing Test*: *Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2004, p. 105.
52. Alan M. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, p. 442.
53. Claude Shannon către C. Jones, 16 iunie 1952, Manuscript Div., Library of Congress, cu permisiunea lui Mary E. Shannon.
54. Tradus în William Harvey, "Anatomical Exercises Concerning the Motion of the Heart and Blood", 1653, citat

în “psychology, n.”, decembrie 2009, OED online, Oxford University Press, http://dictionary.oed.com/cgi/entry/50191636.

55. *North British Review* 22 / noiembrie 1854, p. 181.

56. William James către Henry Holt, 9 mai 1890, citat în Robert D. Richardson, *William James*: *In the Maelstrom of American Modernism*, New York, Houghton Mifflin, 2006, p. 298.

57. George Miller, dialog cu Jonathan Miller, în Jonathan Miller, *States of Mind*, New York, Pantheon, 1983, p. 22.

58. G.A. Miller, G.A. Heise şi W. Lichten, “The Intelligibility of Speech as a Function of the Context of the Test Materials”, *Journal of Experimental Psychology* 41 / 1951, pp. 329-335.

59. Donald E. Broadbent, *Perception and Communication*, Oxford, Pergamon Press, 1958, p. 31.

60. *Psychological Review* 63 / 1956, pp. 81-97.

61. Frederick Adams, “The Informational Turn in Philosophy”, *Minds and Machines* 13 / 2003, p. 495

62. Jonathan Miller, *States of Mind*, p. 26.

63. Claude Shannon, “The Transfer of Information”, expunere prezentată la cea de a 75-a aniversare a Universităţii din Pennsylvania, Manuscript Division, Library of Congress. Retipărit cu permisiunea lui Mary E. Shannon.

64. “The Bandwagon”, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 462.

65. Citat în Steve J. Heims, *The Cybernetics Group*, p. 277.

66. Note de Neil J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 882.

67. Claude E. Shannon, “Programming a Computer for Playing Chess”, prima oară prezentată la National IRE Convention, 9 martie 1949, în *Claude Shannon*, *Collected Papers*, p. 637; şi “A Chess-Playing Machine”, Scientific American, februarie 1950, în *Claude Shannon*, *Collected Papers*, p. 657.

68. Edward Lasker către Claude Shannon, 7 februarie 1949, Manuscript Division, Livrary of Congress.

69. Claude Shannon către C. J. S. Purdy, 28 august 1952, Manuscript Division, Library of Congress, cu permisiunea lui Mary E. Shannon.

70. Nepublicat, în *Claude Shannon*, *Collected Papers*, p. 861. Versurile autentice, din poezia lui Cummings “glasuri către glasuri, buză în buză”, sunt: “cui îi pasă dacă un pui de căţea chior / inventează un instrument cu care să măsoare primăvara?”.

71. Claude Shannon către Irene Angus, 8 august 1952, Manuscript Division, Library of Congress.

72. Robert McCraken, “The Sinister Machines”, *Wyoming Tribune*, martie 1954.

73. Peter Elias, “Two Famous Papers”, *IRE Transactions on Information Theory*, anul 4, nr. 3 11958, p. 99.

74. E. Collin Cherry, *On Human Communication*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1957, p. 214.

9.

1. David L. Watson, “Entropy and Organization”, *Science 72* / 1930, p. 222.

2. Robert Price, “ A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving”, *IEEE Communications Magazine 22* / 1984, p. 124.

3. De exemplu, J. Johnstone, “Entropy and Evolution”, *Philosophy 7* / iulie 1932, p. 287.

4. James Clerk Maxwell, *Theory of Heat*, ediţia a doua, Londra, Longmans, Green, 1891, p. 189n.

5. Peter Nicholls şi David Langford (editori) *The Science in Science Fiction*, New York, Knopf, 1983, p. 86.

6. Lord Kelvin (William Thomson), “Physical Considerations Regarding the Possible Age of the Sun's Heat”, conferinţă la întrunirea British Association de la Manchester, septembrie 1861, în *Philosophical Magazine* 152 / februarie 1862, p. 158.

7. Sigmund Freud, “From the History of an Infantile Neurosis”, 1918b, p. 116 în *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud*, Londra, Hogarth Press, 1955.

8. James Clerk Maxwell, “Diffusion”, scrisă pentru a noua ediţie a *Encyclopaedia Britannica*, în *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, editor W.D. Niven, vol. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; retipărit New York, Dover, 1965, p. 646.

9. Léon Brillouin, “Life, Thermodynamics şi Cybernetics”, 1949, în Harvey S. Leff şi Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon 2*: *Entropy*, *Classical and Quantum Information*, *Computing*, Bristol, U.K., Institute of Physics, 2003, p. 77.

10. Richard Feynman, *The Character of Physical Law*, New York, Modem Library, 1994, p. 106.

11. James Clerk Maxwell către John William Strutt, 6 decembrie 1870, în Elizabeth Garber, Stephen G. Brush şi C.W.F. Everitt (editori) *Maxwell on Heat and Statistical Mechanics*: *On “Avoiding All Personal Enquiries” of Molecules*, Londra, Associated University Presses, 1995, p. 205.

12. Citat de Andrew Hodges, “What Did Alan Turing Mean by «Machine»“, în Philip Husbands et al., *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008, p. 81.

13. James Clerk Maxwell către Peter Guthrie Tait, 11 decembrie 1867, în *The Scientific Letters and Papers of James Clerk Maxwell*, editor P.M. Harman, vol. 3, Cambridge, Cambridge University Press, 2002, p. 332.

14. Conferinţă la Royal Institution, 28 februarie 1879, *Proceedings of the Royal Institution* 9 /1880, p. 113, în *William Thomson*, *Mathematical and Physical Papers*, vol. 5, Cambridge, Cambridge University Press, 1911, p. 21.

15. “Editor's Table”, *Popular Science Monthly* 15 / 1879, p. 412.

16. Henry Adams către Brooks Adams, 2 mai 1903, în *Henry Adams and His Friends*: *A Collection of His*

Unpublished Letters, editor Harold Cater, Boston, Houghton Mifflin, 1947, p. 545.

17. Henri Poincaré, *The Foundations of Science*, traducere George Bruce Halsted, New York, Science Press, 1913, p. 152.

18. James Johnstone, *The Philosophy of Biology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1914, p. 118.

19. Leo Szilard, "On the Decrease of Entropy in a Thermodynamic System by the Intervention of Intelligent Beings", traducere Anatol Rapoport şi Mechthilde Knoller, din Leo Szilard, "Über Die Entropie Verminderung in Einem Thermodynamischen System Bei Eingriffen Intelligenter Wesen", *Zeitschrift für Physik* 53 / 1929, pp. 840-856, în Harvey S. Leff şi Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon* 2, p. 111.

20. Citat în William Lanouette, *Genius in the Shadows*, New York, Scribner's, 1992, p. 64.

21. Interviu al lui Shannon cu Friedrich Willhelm Hagemeyer, 1977, citat în Erico Mariu Guizzo, "The Essential Message: Claude Shannon and the Making of the Information Theory", teză de masterat, Massachusetts Institute of Technology, 2004.

22. Claude Shannon către Norbert Wiener, 13 octombrie 1948. Massachusetts Institute of Technology Archives.

23. Erwin Schrödinger, *What Is Life*?, ediţie retipărită, Cambridge, Cambridge University Press, 1967, p. 1.

24. Gunther S. Stent, "That Was the Molecular Biology That Was", *Science*, anul 160, nr. 3826 / 1968, p. 392.

25. Erwin Schrödinger, *What Is Life*?, p. 69.

26. Norbert Wiener, *Cybernetics*: *Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, ediţia a doua, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961, p. 58.

27. Erwin Schrôdinger, *What Is Life*?, p. 71.

28. *Ibid*., p. 23.

29. *Ibid*., p. 28.

30. *Ibid*., p. 61 (sublinierea mea).

31. Léon Brillouin, “Life, Thermodynamics şi Cybernetics”, p. 84.
32. Léon Brillouin, “Maxwell's Demon Cannot Operate: Information and Entropy”, în Harvey S. Leff şi Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon 2*, p. 123.
33. Peter T. Landsberg, *The Enigma of Time*, Bristol, Adam Hilger, 1982, p. 15.

10.

1. Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker*, New York, Norton, p. 112.
2. W.D. Gunning, “Progression and Retrogression”, *The Popular Science Monthly* 8 / decembrie 1875, p. 189, nl.
3. Wilhelm Johannsen, “The Genotype Conception of Heredity”, *American Naturalist*, anul 45, nr. 531 / 1911, p. 130.
4. “Discontinuitatea şi diferenţa constantă între «gene» sunt pâinea de toate zilele a mendelismului”, *American Naturalist*, anul 45, nr. 531 / 1911, p. 147.
5. Erwin Schrödinger, *What Is Life*?, ediţie retipărită, Cambridge, Cambridge University Press, 1967, p. 62.
6. Henry Quastler (editor) *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, Urbana, University of Illinois Press, 1953.
7. Sidney Dancoff către Henry Quastler, 31 iulie 1950, citat în Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life*: *A History of the Genetic Code*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 2000, p. 119.
8. Henry Linschitz, “The Information Content of a Bacterial Cell”, în Henry Quastler (editor) *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, p. 252.
9. Sidney Dancoff şi Henry Quastler, “The Information Content and Error Rate of Living Things”, în Henry Quastler (editor) *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, p. 264.
10. *Ibid*., p. 270.

11. Boris Ephrussi, Urs Leopold, J.D. Watson şi J.J. Weigle, “Terminology in Bacterial Genetics”, *Nature* 171 /18 aprilie 1953, p. 701.

12. Cf. Sahotra Sarkar, Molecular Models of Life, Cambridge, Mass., MIT Press, 2005; Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life*?, p. 58; Harriett Ephrussi-Taylor către Joshua Lederberg, 3 septembrie 1953 şi adnotare Lederberg, 30 aprilie 2004, în Lederberg papers, http://profiles.nlm, nib. gov./BBN/A/J/R/R/ /accesat 22 ianuarie 2009); şi James D. Watson, *Genes*, *Girls şi Gamow*: *After the Double Helix*, New York, Knopf, 2002, p. 12.

13. Retrospectiv, toată lumea a înţeles că aceasta fusese demonstrată în 1944, de către Oswald Avery de la Rockefeller University. Nu multi cercetători au fost însă convinşi în acel moment.

14. Gunther S. Stent, “DNA”, *Daedalus* 99 / 1970, p. 924.

15. James D, Watson şi Francis Crick, “A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid”, *Nature* 171 / 1953, p. 737.

16. James D, Watson şi Francis Crick, “Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid”, *Nature* 171 / 1953, p. 965.

17. George Gamow către James D. Watson şi Francis Crick, 8 iulie 1953, citat în Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life*?, p. 131. Retipărit cu permisiunea lui R. Igor Gamow.

18. George Gamow către E. Chargaff, 6 mai 1954, *ibid*., p. 141.

19. Gunther S. Stent, “DNA”, p. 924.

20. Francis Crick, interviu cu Horace Freeland Judson, 20 noiembrie 1975, în Horace Freeland Judson, *The Eight Day of Creation*: *Makers of the Revolution in Biology*, New York, Simon & Schuster, 1979, p. 233.

21. George Gamow, “Possible Relation Between Deoxyribonucleic Acid and Protein Structures”, *Nature* 173 11954, p. 318.

22. Douglas R. Hofstadter, “The Genetic Code: Arbitrary?”, martie 1982, în *Metamagical Themas*: *Questing for the*

Essence of Mind and Pattern, New York, Basic Books, 1985, p. 671.

23. George Gamow, “Information Transfer in the Living Cell”, *Scientific American* 193, nr. 10 / octombrie 1955, p. 70.

24. Francis Crick, “General Nature of the Genetic Code for Proteins”, *Nature* 192, 30 decembrie 1961, p. 1227.

25. Solomon W. Golomb, Basil Gordon şi Lloyd R. Welch, “Comma-Free Codes”, Canadian Journal of Mathematics 10 11958, pp. 202-209, citat în Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life*?, p. 171.

26. Francis Crick, “On Protein Synthesis”, Symposion of the Society for Experimental Biology, 12 / 1958, p. 152; Cf. Francis Crick, “Central Dogma of Molecular Biology”, *Nature 227 I* 1970, pp. 561-563; şi Hubert P. Yocley, *Information Theory*, *Evolution şi the Origin of Life*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, pp. 20-21.

27. Horace Freeland Judson, *The Eight Day of Creation*, pp. 219-221.

28. Gunther S. Stent, “You Can Take Ethics Out of Altruism But You Can't Take the Altruism Out of Ethics”, *Hastings Center Report* 7, nr. 6 / 1977, p. 34; şi Gunther S. Stent, *DNA*, p. 925.

29. Seymour Benzer, “The Elementary Unit of Heredity”, în W.D. McElroy şi B. Glass (editori) *The Chemical Basis of Heredity*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1957, p. 70.

30. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, *3Oth anniversary edition*, Oxford, Oxford University Press, 2006, p. 237. [Vezi şi Richard Dawkins, *Gena egoistă*, traducere Dan Crăciun, Bucureşti, Editura Tehnică, 2006.]

31. *Ibid*., xxi.

32. *Ibid*., p. 19.

33. Stephen Jay Gould, “Caring Groups and Selfish Genes”, în *The Panda's Thumb*, New York, Norton, 1980, p. 86.

34. Gunther S. Stent, “You Can Take the Ethics Out of Altruism But You Can't Take the Altruism Out of Ethics”, p. 33.
35. Samuel Butler, *Life and Habit*, Londra, Trübner & Co, 1878, p. 134.
36. Daniel Dennett, *Darwin's Dangerous Idea*: *Evolution and the Meanings of Life*, New York, Simon & Schuster, 1995, p.346.
37. Edward O. Wilson, “Biology and the Social Sciences”, *Daedalus* 106, nr. 4 / toamna 1977), p. 131.
38. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 265.
39. *Ibid*., p. 36.
40. *Ibid*., p. 25.
41. Werner R. Loewenstein, *The Touchstone of Life*: *Molecular Information*, *Cell Communication şi the Foundations of Life*, New York, Oxford University Press, 1999, pp. 93-94.
42. Richard Dawkins, *The Extended Phynotype*, ediţie revăzută, Oxford, Oxford University Press, 1999, pp. 93-94.
43. *Ibid*., pp. 196-197.
44. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 37.
45. Richard Dawkins, *The Extended Phenotype*, p. 21.
46. *Ibid*., p. 23
47. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 60.
48. *Ibid*., p. 34.
49. Max Delbrück, “A Physicist Looks At Biology”, *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 38 / 1949, p. 194.
11.
1. Douglas R. Hofstadter, “On Viral Sentences and Self-Replicating Structures”, în *Metamagical Themas*: *Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985, p. 52.
2. Jacques Monod, *Chance and Necessity*: *An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*, traducere Austryn Wainhouse, New York, Knopf, 1971, p. 145.

3. *Ibid.*, p. 165.
4. Roger Sperry, “Mind, Brain şi Humanist Values”, în *New Views of the Nature of Man*, editor John R. Platt, Chicago, University of Chicago Press, 1983, p. 82.
5. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, *3Oth anniversary edition*, Oxford, Oxford University Press, 2006, p. 192.
6. Daniel C. Dennett, *Darwin's Dangerous Idea*: *Evolution and the Meaning of Life*, New York, Simon & Schuster, 1995, p. 347.
7. Daniel C. Dennett, *Consciousness Explained*, Boston, Little, Brown, 1991, p. 204.
8. Mary Midgley, “Gene-Juggling”, *Philosophy* 54 / octombrie 1979.
9. Daniel C. Dennett, “Memes: Myths, Misunderstandings şi Misgivings”, schiţă pentru o prelegere Chapel Hill, octombrie 1998, http://ase.tufts.edu/cogstud/papers/MEMEMYTH.FIN.htm (accesat 7 iunie 2010).
10. George Jean Nathan şi H.L. Mencken, “Clinical Notes”, *American Mercury* 3, nr. 9 / septembrie 1924, p. 55.
11. Edmund Spenser, citat de Thomas Fuller, *The History of the Worthies of England*, Londra, 1662.
12. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 322.
13. Citat de Dawkins, *ibid.*, p. 192.
14. Julian D. Delius, “Of Mind Memes and Brain Bugs, A Natural History of Culture”, în *The Nature of Culture*, editor Walter A. Koch, Bochum, Germania, Bochum, 1989, p. 40.
15. James Thomson, “Autumn” (1730).
16. John Milton, *Paradise Lost*, IX, p. 1036.
17. Douglas R. Hofstadter, *On Viral Sentences and Self-Replicating Structures*, p. 52.
18. Daniel C. Dennett, *Darwin's Dangerous Ideea*, p. 346.
19. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 197.
20. *Ibid.*, p. 329.
21. Daniel W. VanArsdale, “Chain Letter Evolution”, http://www.silcom.com/-barnowl/chain-letter/evolution.html (accesat 8 iunie 2010).

22. Harry Middleton Hyatt, *Folk-Lore from Adams County*, Illinois, a doua ediţie revăzută, Hannibal, Mo., Alma Egan Hyatt Foundation, 1965, p. 581.

23. Charles H. Bennett, Ming Li şi Bin Ma, "Chain Letters and Evolutionary Histories", *Scientific American* 288, nr. 6 / iunie 2003, p. 77.

24. Daniel C. Dennett, *Darwin's Dangerous Ideea*, p. 344.

25. Richard Dawkins, prefaţă la Susan Blackmore, *The Meme Machine*, Oxford, Oxford University Press, 1999, p. xii.

26. David Mitchell, *Ghostwritten*, New York, Random House, 1999, p. 378.

27. Margaret Atwood, *The Year of the Flood*, New York, Doubleday, 2009, p. 170.

28. John Updike, "The Author Observes His Birthday, 2005", *Endpoint and Other Poems*, New York, Knopf, 2009, p. 8.

29. Fred I. Dretske, *Knowledge and the Flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1981, p. xii.

12.

1. Michael Cunningham, *Specimen Days*, New York, Farrar Straus Giroux, 2005, p. 154.

2. Interviuri, Gregory J. Chaitin, 27 octombrie 2007 şi 14 septembrie 2009; Gregory J. Chaitin, "The Limits of Reason", *Scientific American* 294, nr. 3 / martie 2006, p. 74.

3. Ernest Nagel şi James R. Newman, *Gödel's Proof*, New York, New York University Press, 1958, p. 6.

4. Citat în Gregory J. Chaitin, *Information*, *Randomness* & *Incompleteness*; *Papers on Algorithmic Information Theory*, Singapore, World Scientific, 1987, p. 61.

5. "Algorithmic Information Theory", în Gregory J. Chaitin, *Conversations with a Mathematician*, Londra, Springer, 2002, p. 80.

6. John Archibald Wheeler, *At Home in the Universe*, *Masters of Modern Physics*, vol. 9, New York, American Institute of Physics, 1994, p. 304.

7. Cf. John Maynard Keynes, *A Treatise on Probability*, Londra, Macmillan, 1921, p. 291.
8. *Ibid.*, p. 281.
9. Henri Poincaré, "Chance", în *Science and Method*, traducere Francis Maitland, Mineola, N.Y., Dover, 2003, p. 65.
10. *A Million Random Digits with 100 000 Normal Deviates*, *Glencoe*, Ill, Free Press, 1955.
11. *Ibid.*, pp. ix-x.
12. Von Neumann citat în Peter Galison, *Image and Logic*: *A Material Culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago Press, 1997, p. 703.
13. "A Universal Turing Machine with Two Internal States", în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editor N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, pp. 733-734.
14. Gregory J. Chaitin, "On the Lenght of Programs for Computing Finite Binary Sequences", *Journal of the Association for Computing Machinery* 13 / 1966, p. 567.
15. Isaac Newton, "Rules of Reasoning in Philosophy; Rule I", *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.
16. Necrolog, *Bulletin of the London Mathematical Society* 22 / 1990, p. 31; A.N. Shiryaev, "Kolmogorov: Life and Creative Activities", *Annals of Probability* 17, nr. 3 / 1989, p. 867.
17. David A. Mindell et al., "Cybernetics and Information Theory in the United States, France şi the Soviet Union", în *Science and Ideology*: *A Comparative History*, editor Mark Walker, Londra, Routledge, 2003, pp. 66 şi 81.
18. Cf. "Amount of Information and Entropy for Continuous Distributions", nota 1, în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, vol. 3, *Information Theory and the Theory of Algorithms*, traducere A.B. Sossinksky, Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1993, p. 33.
19. A.N. Kolmogorov şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*, traducere Harold H. Me Faden, *History of*

Mathematics, vol. 20 n.p.: American Mathematical Society, London Mathematical Society, 2000, p. 54.

20. Citat în Slava Gerovitch, *From Newspeak to Cyberspeak*: *A History of Soviet Cybernetics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2002, p. 58.

21. "Intervention at the Session", în Selected Works of A.N. Kolmogorov, p. 31.

22. Notaţie din jurnalul lui Kolmogorov, 14 septembrie 1943, în A.N. Kolmogorov şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*, p. 50.

23. "Three Approaches to the Definition of the Concept 'Quantity of Information'", în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, p. 188.

24. A.N. Kolmogorov, "Combinatorial Foundations of Information Theory and the Calculus of Probabilities", *Russian Mathematical Surveys* 38, nr. 4 / 1983, pp. 29-43.

25. "Three Approaches to the Definition of the Concept «Quantity of Information»", în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, p. 221.

26. "On the Logical Foundations of Information Theory and Probability Theory", *Problems of Information Transmission* 5, nr. 3 / 1969, pp. l-4.

27. V.I. Arnold, "On A.N. Kolmogorov", în A.N. Kolmogorov şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*, p. 94.

28. Gregory J. Chaitin, *Thinking About Gödel and Turing*: *Essays on Complexity*, 1970-2007, Singapore, World Scientific, 2007, p. 176.

29. Gregory J. Chaitin, "The Berry Paradox", *Complexity* 1, nr. 1 / 1995, p. 26; "Paradoxes of Randomness", *Complexity 7*, nr. 5 / 2002, pp. 14-21.

30. Interviu, Gregory J. Chaitin, 14 septembrie 2009.

31. Prefaţă la Cristian S. Calude, *Information and Randomness*: *An Algorithmic Perspective*, Berlin, Springer, 2002, p. viii.

32. Joseph Ford, “Directions in Classical Chaos”, în *Directions in Chaos*, editor Hao Bai-Lin, Singapore, World Scientific, 1987, p. 14.
33. Ray J. Solomonoff, “The Discovery of Algorithmic Probability”, *Journal of Computer and System Sciences* 55, nr. 1 / 1997, pp. 73-88.
34. Noam Chomsky, “Three Models for the Description of Language”, *IRE Transactions of Information Theory 2*, nr. 3, 1956, pp. 113-124.
35. Ray J. Solomonoff, “A Formal Theory of Inductive Inference”, *Information and Control* 7, nr. 1 /1964, pp. l-22.
36. Prefaţă la Cristian S. Calude, *Information and Randomness*, p. vii.
37. Gregory J. Chaitin, “Randomness and Mathematical Proof”, în *Information*, *Randomness* & *Incompleteness*, p. 4.
38. Charles H. Bennett, “Logical Depth and Physical Complexity”, în *The Universal Turing Machine*: *A Half-Century Survey*, editor Rolf Herken, Oxford, Oxford University Press, 1988, pp. 209-210.

13.

1. Seth Lloyd, *Programming the Universe*, New York, Knopf, 2006, p. 44.
2. Christopher A. Fuchs, “Quantum Mechanics as Quantum Information (and Only a Little More)”, *arXiv.quant-ph/0205039vl*, 8 mai 2002, p. 1.
3. *Ibid.*, p. 4.
4. John Archibald Wheeler cu Kenneth Ford, *Geons*, *Black Holes şi Quantum Foam*: *A Life in Physics*, New York, Norton, 1998, p. 298.
5. “It from Bit” în John Archibald Wheeler, *At Home in the Universe*, *Masters of Modern Physics*, vol. 9, New York, American Institute of Physics, 1994, p. 296.
6. Stephen Hawking, “Black Hole Explosions?”, *Nature* 248 11 martie 1974, DOI:10.1038 / 24803Oa0, pp. 30-31.
7. Stephen Hawking, “The Breakdown of Predictability in Gravitational Collapse”, *Physical Review D* 14 / 1976, pp.

2460-2473; Gordon Belot et al., “The Hawking Information Loss Paradox: The Anatomy of a Controversy”, *British Journal for the Philosophy of Science* 50 / 1999, pp. 189-229.

8. John Preskill, “Black Holes and Information: A Crisis in Quantum Physics”, Caltech Theory Seminar, 21 octombrie 1994, http://www.theory.caltech.edu/-preskill/talks/blackholes/.pdf (accesat 20 martie 2010).

9. John Preskill, “Black Holes and the Information Paradox”, *Scientific American*, aprilie 1997, p. 54.

10. Citat in Tom Siegfried, *The Bit and the Pendulum*: *From Quantum Computing to M Theory - The New Physics of Information*, New York, Wiley and Sons, 2000, p. 203.

11. Stephen Hawking, “Information Loss in Black Holes”, *Physical Review D* 7212005, p. 4.

12. Charles H. Bennett, “Notes on the History of Reversible Computation”, *IBM Journal of Research and Development* 44 12000, p. 270.

13. Charles H. Bennett, “The Thermodynamics of Computation - a Review”, *International Journal of Theoretical Physics* 21, nr. 12 / 1982, p. 906.

14. *Ibid*.

15. Rolf Landauer, “Information Is Physical”, *Physics Today* 23 / mai 1991; “Information Is Inevitably Physical”, în Anthony H. G. Hey (editor) *Feynman and Computation*, Boulder, Colo., Westview Press, 2002, p. 77.

16. Charles Bennett, citat de George Johnson în “Rolf Landauer, Pioneer in Computer Theory, Dies at 72”, *The New York Times*, 30 aprilie 1999.

17. Interviu, Charles Bennett, 28 octombrie 2009.

18. J.A. Smolin, “The Early Days of Experimental Quantum Cryptography”, IBM Journal of Research and Development, 48 / 2004, pp. 47-52.

19. Barbara Terhal, “Is Entanglement Monogamous?”, *IBM Journal of Research and Development* 48, nr. 1 / 2004, pp. 71-78.

20. O explicaţie detaliată poate fi găsită în Simon Singh, *The Code Book*: *The Secret History of Codes and Codebreaking*, Londra, Fourth Estate, 1999; conţine zece pagini de excelentă proză, începând de la pagina 339.

21. Reclamă IBM, *Scientific American*, februarie 1996, pp. O-1; Anthony H. G. Hey (editor) Feynman and Computation, p. xiii; Tom Siegfried, *The Bit and the Pendulum*, p. 13.

22. N. David Mermin, *Quantum Computer Science*: *An Introduction*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007, p. 4.

23. *Physical Review 47* / 1935, pp. 777-780.

24. Wolfgang Pauli către Werner Heisenberg, 15 iunie 1935, citat în Louisa Gilder, *The Age of Entanglement*: *When Quantum Physics Was Reborn*, New York, Knopf, 2008, p. 162.

25. Albert Einstein către Max Bom, martie 1948, în *The Born- Einstein Letters*, traducere Irene Bom, New Aork, Walker, 1971, p. 164.

26. Asher Peres, “Einstein, Podolsky, Rosen şi Shannon”, *arXiv*:*quant-ph*/*031001Ovl*, 2003.

27. Christopher A. Fuchs, “Quantum Mechanics as Quantum Information (and Only a Little More)”, *arXiv*: *quantph*/*1003*.*5209vl*, *26* martie 2010, p. 3.

28. Charles H. Bennett et al., “Teleporting an Unknown Quantum State Via Dual Classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels”, *Physical Review Letters* 70 /1993, p. 1895.

29. Richard Feynman, “Simulating Physics with Computers”, în Anthony H. G. Hey (editor) *Feynman and Computation*, p. 136.

30. Interviu, Charles H. Bennett, 27 octombrie 2009.

31. N. David Mermin, *Quantum Computer Science*, p. 17.

32. Numită după inventatorii săi, Ron Rivest, Adi Shamir şi Len Adleman.

33. T. Kleinjung, K. Aoki, J. Franke, et al., “Factorization of a 769-bit RSA modulus”, arhiva Eprint archive nr. 2010 / 006, 2010.
34. Dorit Aharonov, masă rotundă “Harnessing Quantum Physics”, 18 octombrie 2009, Perimeter Institute, Waterloo, Ontario; şi mesaj e-mail 10 februarie 2010.
35. Charles H. Bennett, “Publicity, Privacy şi Permanence of Information”, în *Quantum Computing Back Action*, *AIP Conference Proceeding 864*,2006, editor Debabrata Goswami, Melville, N.Y., American Institute of Physics, pp. 175-179.
36. Charles H. Bennett, interviu, 27 octombrie 2009.
37. Shannon, interviu cu Anthony Liversidge, *Omni*, august 1987, în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editori N.J.A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. xxxii.
38. John Archibald Wheeler, “Information, Physics, Quantum: The Search for Links”, *Proceedings of the Third International Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics*, 1989, p. 368.

14.

1. Hilary Mantel, *Wolf Hall*, New York, Henry Holt, 2009, p. 394.
2. Jorge Luis Borges, “The Library of Babel”, în *Labyrinths*: *Selected Stories and Other Writings*, New York, New Directions, 1962, p. 54.
3. Jorge Luis Borges, “Hon, Uqbar, Orbis Tertius”, în *Labyrinths*, p. 8.
4. William Gibson, “An Invitation”, introducere la *Labyrinths*, p. xii.
5. Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise*: *A Fragment*, ediţia a doua, Londra, John Murray, 1838, p. 111.
6. Edgar Allan Poe, “The Power of Words” (1845), în *Poetry and Tales*, New York, Library of America, 1984, pp. 823-824.

7. Pierre-Simon Laplace, *A Philosophical Essay on Probabilities*, traducere Frederick Wilson Truscott şi Frederick Lincoln Emory, New York, Dover, 1951.
8. Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise*, p. 44.
9. Nathaniel Parker Willis, "The Pencil of Nature: A New Discovery", *The Corsair* 1, nr. 5 / aprilie 1839, p. 72.
10. *Ibid.*, p. 71.
11. Alan M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence", *Minds and Machines* 59, nr. 236 / 1950, p. 440.
12. H.G. Wells, *A Short History of the World*, San Diego, Book Tree, 2000, p. 97.
13. Isaac Disraeli, *Curiosities of Literature*, Londra, Routledge & Sons, 1893, p. 17.
14. Tom Stoppard, *Arcadia*, Londra, Samuel French, 1993, p. 38.
15. "Wikipedia: Requested Articles", http://web.archive.org/ web/20010406104800/www. wikipedia.com/wiki/ Requested_articles (accesat 4 aprilie 2001).
16. Citat de Nicholson Baker în "The Charms of Wikipedia", *New York Review of Books* 55, nr. 4 / 20 martie 2008. Acelaşi utilizator anonim a lovit apoi din nou, vandalizând paginile despre angioplastie şi Sigmund Freud.
17. Lewis Carroll, *Sylvie and Bruno Concluded*, Londra, Macmillan, 1893, p. 169.
18. Interviu, Jimmy Wales, 24 iulie 2008.
19. http://meta.wikimedia.org/wiki/Die_Schraube_an_der_ hinteren_linkeren_linken_Bremsbacke_am_Fahrrad_von_ Ulrich_Fuchs (accesat 25 iulie 2008).
20. *Encyclopaedia Britannica*, ediţia a treia, pagina de titlu; cf. Richard Yeo, *Encyclopaedic Visions*: *Scientific Dictionaries and Enlightenment Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001, p. 181.
21. "Wikipedia: What Wikipedia Is Not", http://en.wikipedia.

org/wiki/Wikipedia:What_Wikipedia_is_not (accesat 3 august 2008).

22. Charles Dickens, *The Pickwick Papers*, capitolul 51.

23. John Banville, *The Infinities*, Londra, Picador, 2009, p. 178.

24. Deming Seymour, “A New Yorker at Large”, *Sarasota Herald*, 25 august 1929.

25. “Regbureau”, *The New Yorker*, 26 mai 1934, p. 16.

26. Brian W. Ogilvie, *The Science of Describing*: *Natural History in Renaissance Europe*, Chicago, University of Chicago Press, 2006.

27. *Ibid.*, p. 173.

28. Caspar Bauhin; *ibid.*, p. 208.

29. Ernst Pulgram, *Theory of Names*, Berkeley, Calif., American Name Society, 1954, p. 3.

30. Michael Amrine, “Megabucks' for What's «Hot»“, *The New York Times Magazine*, 22 aprilie 1951.

31. Jaron Lanier, *You Are Not a Gadget*, New York, Knopf, 2010, p. 8.

32. Cf. Tom Vanderbilt, “Data Center Overload”, *The New York Times Magazine*, 14 iunie 2009.

33. Seth Lloyd, “Computational Capacity of the Universe”, *Physical Review Letters* 88, nr. 23 / 2002.

15.

1. http://ww w. andrewtobias. com/bkoldcolumns/070118. html (accesat 18 ianuarie 2007).

2. Carl Bridenbaugh, “The Great Mutation”, *American Historical Review* 68, nr. 2 / 1963, pp. 315-331.

3. *Ibid.*, p. 322.

4. Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change*: *Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1979, p. 25.

5. *Ibid.*, p. xvi.

6. Elizabeth L. Eisenstein, “Clio and Chronos: An Essay on the Making and Breaking of History-Book Time”, *History and*

Theory 6, supliment 6: *History and the Concept of Time*, 1966, p. 64.

7. *Ibid.*, p. 42.

8. *Ibid.*, p. 61.

9. Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change*, p. 625 ff.

10. Carl Bridenbaugh, “The Great Mutation”, p. 326.

11. Elizabeth L. Eisenstein, “Clio and Chronos, p. 39.

12. Robert Burton, *The Anathomy of Melancholy*, editori Floyd Dell şi Paul Jordan-Smith, New York, Tudor, 1927, p. 14.

13. *Gottfried Wilhelm Leibniz*, *Leibniz Selections*, editor Philip P. Wiener, New York, Scribner's, 1951, p. 29; Marshall McLuhan, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, University of Toronto Press, 1962, p. 254.

14. Alexander Pope, *The Dunciad* (1729), Londra, Methuen, 1943, p. 41.

15. T.S. Eliot, “The Rock”, în *Collected Poems*: 1909-1962, New York, Harcourt Brace, 1963, p. 147.

16. David Foster Wallace, introducere la *The Best American Essays 2007*, New York, Mariner, 2007.

17. Lewis Mumford, *The Myth of the Machine*, vol. 2, *The Pentagon of Power*, New York, Harcourt, Brace, 1970, p. 182.

18. Jacob Palme, “You Have 134 Unread Mail! Do You Want to Read Them Now?”, în *Computer-Based Message Services*, editor Hugh T. Smith, North Holland, Elsevier, 1984, pp. 175-176.

19. C. J. Bartlett şi Calvin G. Green, “Clinical Prediction: Does One Sometimes Know Too Much”, *Journal of Counseling Psychology* 13, nr. 3 / 1966, pp. 267-270.

20. Siegfried Streufert et al., “Conceptual Structure, Information Search şi Information Utilization”, *Journal of Personality and Social Psychology* 2, nr. 5 / 1965, pp. 736-740.

21. De exemplu, Naresh K. Malhotra, “Information Load and Consumer Decision Making”, *Journal of Consummer Research* 8 / martie 1982, p. 419.
22. Tonyia J. Tidline, “The Mythology of Information Overload”, *Library Trends V7*, nr. 3 / iama 1999, p. 502.
23. Charles H. Bennett, “Demons, Engines şi the Second Law”, *Scientific American* 257, nr. 5 / 1987, p. 116.
24. G. Bernard Shaw către editor, *Whitaker's Almanach*, 31 mai 1943.
25. *The New York Times*, 8 octombrie 1929.
26. Anthony Lane, “Byte Verse”, *The New Yorker*, 20 februarie 1995, p. 108.
27. Daniel C. Dennett, “Memes and the Exploitation of Imagination”, *Journal of Aesthetics and Art Criticism* 48 / 1990, p. 132.
28. Augustus De Morgan, *Arithmetical Books*: *From the Invention of Printing to the Present Time*, Londra, Taylor & Walton, 1947, p. ix.
29. Vincent de Beauvais, Prolog, *Speculum Maius*, citat în Ann Blair, “Reading Strategies for Coping with Information Overload ca. 1550-1700”, *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 12003, p. 12.
30. *Ibid*.
31. Brian W. Ogilvie, “The Many Books of Nature: Renaissance Naturalists and Information Overload”, *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 / 2003, p. 40.
32. Bertold Brecht, *Radio Theory* (1927), citat în Kathleen Woodward, *The Myth of Information*: *Technology and Postindustrial Culture*, Madison, Wise., Coda Press, 1980.

EPILOG

1. Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind*: *On the Origins of Cognitive Science*, traducere M. B. DeVevoise, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2000, p. 119.
2. Marshall McLuhan, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, University of Toronto Press, 1961, p. 1.

3. Marshall McLuhan, *Understanding Media*: *The Extension of Man*, New York, McGraw-Hill, 1965, p. 3.

4. Walt Whitman, “Years of the Modem”, *Leaves of Grass*, Garden City, N.Y., Doubleday, 1919, p. 272.

5. De exemplu: “Două fiinţe sau două milioane - orice număr astfel plasat «în comunicare» - toate posedă o singură minte”. Parley Parker Pratt, *Key to the Science of Theology* (1855), citat în John Durham Peters, *Speaking Into the Air*: *A History of the Ideea of Communication*, Chicago, University of Chicago Press, 1999, p. 275.

6. aceasta ajunge să ne imaginăm, deasupra biosferei animale şi în continuarea ei, o sferă umană, sfera reflecţiei, a invenţiei conştiente şi libere, a gândului strict vorbind, pe scurt, sfera minţii sau noosfera”, Édouard Le Roy, *Les origines humaines et l'évolution de l'intelligence*, Paris, Boivin et Cie, 1928, citat şi tradus de M.J. Aronson, *Journal of Philosophy 27*, nr. 18 *I* 28 august 1930, p. 499.

7. Pierre Teilhard de Chardin, *The Human Phenomenon*, traducere Sarah Appleton-Weber, Brighton, U.K., Sussex Academic Press, 1999, p. 174.

8. *Mind* 70, nr. 277 /1961, p. 99. Medawar nu era, totuşi, prea încântat de proza lui Teilhard: “acea proză-poezie ameţită, euforică, una dintre cele mai obositoare manifestări ale spiritului francez”.

9. Poate primul şi în modul cel mai remarcabil Olaf Stapledon, *Last and First Men*, Londra, Methuen, 1930.

10. H.G. Wells, *World Brain*, Londra, Methuen, 1938, p. xiv.

11. *Ibid*., p. 56.

12. *Ibid*., p. 56.

13. H.G. Wells, *The Passionate Friends*, Londra, Harper, 1913, p. 332; H.G. Wells, *The War in the Air*, New York, Macmillan, 1922, p. 14.

14. Citat în Flo Conway şi Jim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age*: *In Search of Norbert Wiener*, *the Father of Cybernetics*, New York, Basic Books, 2005, p. 189.

15. Jorge Luis Borges, “The Library of Babel”, *Labyrinths*: *Selected Stories and Other Writings*, New York, New Directions, 1962, p. 54.
16. Fred I. Dretske, *Knowledge and the Flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1981, p. vii.
17. Jean-Pierre Dupuy, “Myths of the Informational Society”, în Kathleen Woodward, The *Myths of Information*: *Technology and Postindustrial Culture*, Madison, Wise., Coda Press, 1980, p. 3.
18. Dexter Palmer, *The Dream of Perpetual motion*, New York, St. Martin's Press, 2010, p. 220.
19. Gottfried Wilhelm Leibniz, *De scientia universali seu calcula philosophiez*), 1875; cf. Umberto Eco, *The Search for the Perfect Language*, traducere James Fentress, Malden, Mass., Blackwell, 1995, p. 281.
20. Margaret Atwood, “Atwood in the Twittersphere”, *The New York Review of Books*, http://www.nybooks.com/blogs/nyrblog/2010/mar/29/atwood-in-the-twittersphere/, 29 martie 2010.
21. Charles Mackay, *Memoirs of Extraordinary Popular Delusions*, Philadelphia, Lindsay & Blakinston, 1850, p. 14.
22. Nicholson Baker, “Discards” (1994), în *The Size of Thoughts*: *Essays and Other Lumber*, New York, Random House, 1996, p. 168.
23. Interviu, Allan Jennings, februarie 1996; James Gleick, “Here Comes the Spider”, în *What Just Happened*: *A Chronicle from the Information Frontier*, New York, Pantheon, 2002, pp. 128-132.
24. John Guare, *Six Degrees of Separation*, New York, Dramatists Play Service, 1990, p. 45.
25. Albert-Laszlö Barabăsi, *Linked*, New York, Plume, 2003, p. 26 ff.
26. Duncan J. Watts şi Steven H. Strogatz, “Collective Dynamics of «Small-World» Networks”, *Nature* 393 / 1998, pp. 440-442; de asemenea, Duncan J. Watts, *Six Degrees*:

The Science of a Connected Age, New York, Norton, 2003; Albert-Lăszlo Barabăsi, Linked.

27. Duncan J. Watts şi Steven H. Strogatz, "Collective Dynamics" *of «Small-World» Networks*, p. 442.

28. Stanislaw Lem, *The Cyberiad*, traducere Michael Kandel, Londra, Seeker & Warburg, 1975, p. 155.

29. Jorge Luis Borges, *The Library of Babel*, Labyrinths, p. 54.

30. John Donne, "From a Sermon Preached before King Charles 1", aprilie 1627.

610 Informaţia Note

Bibliografie

Aaboe, Asger, *Episodes from the Early History of Mathematics*, New York, L.W. Singer, 1963.

Adams, Frederick, "The Informational Turn in Philosophy7', *Minds and Machines* 13 / 2003, pp. 471-501.

Allen, William şi Thomas R. H. Thompson, *A Narrative of the Expedition to the River Niger in 1841*, Londra, Richard Bentley, 1848.

Archer, Chales Maybury (ed.), *The London Anecdotes*: *The Electric Telegraph*, vol. 1, Londra, David Bogue, 1848.

Archibald, Raymond Clare, "Seventeenth Century Calculatin Machines", *Mathematical Tables and Other Aids to Computation 1.1* / 1943, pp. 27-28.

Asprey, William, "From Mathematical Constructivity to Computer Science: Alan Turing, John von Neumann şi the Origins of Computer Science in Mathematical Logic", teză de doctorat, University of Wisconsin-Madison, 1980.

Asprey, William, "The Scientific Conceptualization of Information: A Survey", *Annals of the History of Computing 7*, *nr. 2*/ 1985, pp. 117-140.

Aunger, Robert (ed.), *Darwinizing Cultura*: *The Status of Memetics as a Science*, Oxford, Oxford University Press, 2000.

Avery, John, *Information Theory and Evolution*, Singapore, World Scientific, 2003.

Baars, Bernard J., *The Cognitive Revolution in Psychology*, New York, Guilford Press, 1986.
Babbage, Charles, “On a Method of Expressing by Signs the Action of Machinery”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 116, nr. 3 / 1826, pp. 250-265.
Babbage, Charles, *Reflections on the Decline of Science in England and on Some of Its Causes*, Londra, B. Fellowes, 1830.
Babbage, Charles, *Table of Logarithms of the Natural Numbers*, *From 1 to 108 000*, Londra, B. Fellowes, 1831.
Babbage, Charles, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, ediţia a patra, Londra, Charles Knight, 1835.
Babbage, Charles, *The Ninth Bridgewater Treatise*. *A Fragment*, ediţia a doua, Londra, John Murray, 1838.
Babbage, Charles, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra, Longman, Green, Longman, Roberts, & Green, 1864.
Babbage, Charles, *Charles Babbage and His Calculating Engines*: *Selected Writings*,editată de Philip Morrison şi Emily Morrison, New York, Dover Publications, 1961.
Babbage, Charles, *The Analytical Engine and Mechanical Notation*, New York, New York University Press, 1989.
Babbage, Charles, *The Difference Engine and Table Making*, New York, New York University Press, 1989.
Babbage, Charles, *The Works of Charles Babbage*,editată de Martin Campbell-Kelly, New York, New York University Press, 1989.
Babbage, Henry Prevost (ed.), *Babbage's Calculating Engines*: *Being a Collection of Papers Relating to Them*; *Their History and Construction*, Londra, E. & F. N. Spon, 1889.
Bairstow, Jeff, “The Father of the Information Age”, *Laser Focus World* / 2002, p. 114.
Baker, Nicholson, *The Size of Thoughts*: *Essays and Other Lumber*, New York, Random House, 1996.

Ball, W. W. Rouse, *A History of the Study of Mathematics at Cambridge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1889.
Bar-Hillel, Yehoshua, “An Examination of Information Theory”, *Philosophy of Science* 22, nr. 2 /1955, pp. 86-105.
Barabăsi, Albert-Läszlö, *Linked*: *How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means for Business*, *Science şi Everyday Life*, New York, Hume, 2003.
Barnard, G.A., “The Theory of Information”, *Journal of the Royal Statistical Society*, *Series B* 13, nr. 1 / 1951, pp. 46-64.
Baron, Sabrina Alcorn, Eric N. Lindquist şi Eleanor F. Shevlin, *Agent of Change*: *Print Culture Studies After Elizabeth L. Eisenstein*, Amherst, University of Massachusetts Press, 2007.
Bartlett, C. J. şi Calvin G. Green, “Clinical Prediction: Does One Sometimes Know Too Much”, *Journal of Counseling Psychology* 13, nr. 3 / 1966, pp. 267-270.
Barwise, Jon, “Information and Circumstance”, *Notre Dame Journal of Formal Logic 27*, nr. 3 / 1986, pp. 324-338.
Batelle, John, *The Search*: *How Google and Its Rivals Rewrote the Rules of Business and Transformed Our Culture*, New York, Portfolio, 2005.
Baugh, Albert C, *A History of the English Language*, ediţia a doua, New York, Appleton-Century-Crofts, 1957.
Baum, Joan, *The Calculating Passion of Ada Byron*, Hamden, Conn., Shoe String Press, 1986.
Belot, Gordon, John Earman şi Laura Ruetsche, “The Hawking Information Loss Paradox: The Anatomy of a Controversy”, *British Journal for the Philosophy of Science* 50 / 1999, pp. 189-229.
Benjamin, Park, *A History of Electricity* (*the Intellectual Rise in Electricity*) *from Antiquity to the Days of Benjamin Franklin*, New York, Wiley and Sons, 1898.
Bennett, Charles H., “On Random and Hard-to-Describe Numbers”, IBM Watson Research Center Report RC 7483,1979.

Bennett, Charles H., “The Thermodynamics of Computation - A Review”, *International Journal of Theoretical Physics* 21, nr. 12 / 1982, pp. 906-940.

Bennett, Charles H., “Dissipation, Information, Computational Complexity and the Definition of Organization”, în *Emerging Syntheses in Science*,editată de D. Pines, Santa Fe, Santa Fe Institute, 1985, pp. 297-313.

Bennett, Charles H., “Demons, Engines şi the Second Law”, *Scientific American 257*, nr. 5 / 1987, pp. 108-116.

Bennett, Charles H., “Logical Depth and Physical Complexity”, în *The Universal Turin Machine*: *A Half-Century Survey*,editată de Rolf Herken, Oxford, Oxford University Press, 1988.

Bennett, Charles H., “How to Define Complexity in Physics şi Why”, în *Complexity*, *Entropy şi the Physics of Information*,editată de W.H. Zurek, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1990.

Bennett, Charles H., “Notes on the History of Reversible Computation”, *IBM Journal of Research and Development* 44 / 2000, pp. 270-277.

Bennett, Charles H., “Notes on Landauefs Principle, Reversible Computation şi Maxwell's Demon”, *arXiv*:*physics* 0210005v2, 2003.

Bennett, Charles H., “Publicity, Privacy şi Permanence of Information”, în *Quantum Computing*: *Back Action 2006*, *AIP Conference Proceedings* 864,editată de Debabrata Goswami, Melville, N.Y., American Institute of Physics, 2006.

Bennett, Charles H. şi Gilles Brassard, “Quantum Cryptography: Public Key Distribution and Coin Tossing”, în *Proceedings of IEEE International Conference on Computers*, *Systems and Signal Processing*, Bangalore, India, 1984, pp. 175-179.

Bennett, Charles H., Gilles Brassard, Claude Crépeau, Richard Jozsa, Asher Peres şi William K. Wootters, “Teleporting an Unknown Quantum State Via Dual Classical

and Einstein-Podolsky-Rosen Channels", *Physical Review Letters* 70 / 1993, p. 1895.

Bennett, Charles H. şi Rolf Landauer, "Fundamental Physical Limits in Computation", *Scientific American* 253, nr. 1 / 1985, pp. 48-56.

Bennett, Charles H., Ming Li şi Bin Ma, "Chain Letters and Evolutionary Histories", *Scientific American* 288, nr. 6 / June 2003, pp. 76-81.

Benzer, Seymour, "The Elementary Units of Heredity", în *The Chemical Basis of Heredity*,editată de W.D. Mcelroy şi B. Glass, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1957, pp. 70-93.

Berlinski, David, *The Advent of the Algorithm*: *The Idea That Rules the World*, New York, Harcourt, 2000.

Bernstein, Jeremy, *The Analytical Engine*: *Computers - Past*, *Present and Future*, New York, Random House, 1963.

Bikhchandani, Sushil, David Hirshleifer şi Ivo Welch, "A Theory of Fads, Fashion, Custon şi Cultural Change as Informational Cascades", *Journal of Political Economy* 100, nr. 5 / 1992, pp. 992-1026.

Blackmore, Susan, *The Meme Machine*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

Blair, Ann, "Reading Strategies for Coping with Information Overload ca. 1550-1700", *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 11 2003, pp. 11-28.

Blohm, Hans, Stafford Beer şi David Suzuki, *Pebbles to Computers*: *The Thread*, Toronto, Oxford University Press, 1986.

Boden Margaret A., *Mind as Machine*: *A History of Cognitive Science*, Oxford, Oxford University Press, 2006.

Bollobăs, Béla şi Oliver Riordan, *Percolation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.

Bolter, J. David, *Turing's Man*: *Western Culture in the Computer Age*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 1984.

Boole, George, “The Calculus of Logic”, *Cambridge and Dublin Mathematical Journal* 3 / 1848, pp. 183-198.
Boole, George, *An Investigation of the Laws of Thought*, *on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, Londra, Walton & Maberly, 1854.
Boole, George, *Studies in Logic and Probability*, vol. 1, La Salle, Ill., Open Court, 1952.
Borges, Jorge Luis, *Labyrinths*: *Selected Stories and Other Writings*, New York, New Directions, 1962.
Bouwmeester, Dik, Jian-Wei Pan, Klaus Mattle, Manfred eibl, Harald Weinfurter şi Anton Zeilinger, “Experimental Quantum Teleportation”, *Nature* 390 / li decembrie 1997, pp. 575-579.
Bowden, B.V. (ed.), *Faster Than Thought*: *A Symposium on Digital Computing Machines*, New York, Pitman, 1953.
Braitenberg, Valentino, *Vehicles*: *Experiments in Synthetic Psychology*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1984.
Brewer, Charlotte, “Authority and Personality in the *Oxford English Dictionary*”, *Transactions of the Philological Society* 103, nr. 3 / 2005, pp. 261-301.
Brewster, David, *Letters on Natural Magic*, New York, Harper & Brothers, 1843.
Brewster, Edwin Tenney, *A Guide to Living Things*, Garden City, N.Y., doubleday, 1913.
Bridenbaugh, Carl, “The Great Mutation”, *American Historical Review* 68, nr. 2 / 1963, pp. 315-331.
Briggs, Henry, *Logarithmicall Arithmetike*: *Or Tables of Logarithmes for Absolute Numbers from an Unite to 100 000*, Londra, George Miller, 1631.
Brillouin, Léon, *Science and Information Theory*, New York, Academic Press, 1956.
Broadbent, Donald E., *Perception and Communication*, Oxford, Pergamon Press, 1958.
Bromley, Allan G., “The Evolution of Babbage's Computers”, *Annals of the History of Computing* 9 / 1987, pp. 113-136.

Brown, John Seely şi Paul Duguid, *The Social Life of Information*, Boston, Harvard Business School Press, 2002.

Browne, Thomas, *Pseudoxia Epidemica*: *Or*, *Enquiries into Very Many Received Tenents şi Commonly Presumed Truths*, ediţia a treia, Londra, Nath. Ekins, 1658.

Bruce, Robert V., *Bell*: *Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude*, Boston, Little, Brown, 1973.

Buckland, Michael K., "Information as Thing", *Journal of the American Society for Information Science* 42 / 1991, pp. 351-360.

Burchfield, R. W. şi Hans Aarsleff, *Oxford English Dictionary and the State of the Language*, Washington, D.C., Library of Congress, 1988.

Burgess, Anthony, *But Do Blondes Prefer Gentlemen*? *Homage to Qwert Yuiop and Other Writings*, New York, McGraw-Hill, 1986.

Bush, Vannevar, "As We May Think", *The Atlantic*, July 1945.

Butler, Samuel, *Life and Habit*, Londra, Trübner & Co, 1878.

Butler, Samuel, *Essays on Life*, *Art şi Science*,editată de R.A. Streatfeild, Port Washington, N.Y., Kennikat Press, 1970.

Buxton, H. W. şi Anthony Hyman, *Memoir of the Life and Labours of the Late Charles Babbage Esq.*, *D.R.S.*, vol. 13 of the Charles Babbage Institute Reprint Series for the History of Computing, Cambridge, Mass., MIT Press, 1988.

Calude, Cristian S., *Information and Randomness*: *An Algorithmic Perspective*, Berlin, Springer, 2002.

Calude, Cristian S. şi Gregory J. Chaitin, *Randomness and Complexity*: *From Leibniz to Chaitin*, Singapore, Hackensack, N.J., World Scientific, 2007.

Campbell-Kelly, Martin, "Charles Babbage's Table of Logarithms (1827)", *Annals of the History of Computing* 10 / 1988, pp. 159-169.

Campbell-Kelly, Martin şi William Aspray, *Computer*: *A History of the Information Machine*, New York, Basic Books, 1990.

Campbell-Kelly, Martin, Mary Croarken, Raymond Flood şi Eleanor Robson (editori) *The History of Mathematical Tables*: *From Sumer to Spreadsheets*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Campbell, Jeremy, *Grammatical Man*: *Information*, *Entropy*, *Language şi Life*, New York, Simon & Schuster, 1982.

Campbell, Robert V. D., "Evolution of Automatic Computation", în *Proceedings of the 1952 ACM National Meeting* (*Pittsburgh*), 29-32, New York ACM, 1952.

Carr, Nicholas, *The Big Switch*: *Rewiring the World*, *from Edison to Google*, New York, Norton, 2008.

Carr, Nicholas, *The Shallows*: *What the Internet Is Doing to Our Brain*, New York, Norton, 2010.

Carrington, John F., *A Comparative Study of Some Central African Gong-Languages*, Brussels, Falk, G. van Campenhout, 1949.

Carrington, John F., *The Talking Drums of Africa*, Londra, Carey Kingsgate, 1949.

Carrington, John F., *La voix des tambours*: *comment comprendre le language tambouriné d'Afrique*, Kinshasa, Centre Protestant d'Éditions et de Difussion, 1974.

Casson, Herbert N., *The History of the Telephone*, Chicago, A.C. McClurg, 1910.

Cawdrey, Robert, *A Table Alphabeticall of Hard Usual English Words* (*1604*); *the First English Dictionary*, Gainesville, Fla., Scholars' Facsimiles & Reprints, 1966.

Ceruzzi, Paul, *A History of Modern Computing*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2003.

Chaitin, Gregory J., "On the Lenght of Programs for Computing Finite Binary Sequences", *Journal of the Association for Computing Machinery* 13 / 1966, pp. 547-569.

Chaitin, Gregory J., “Information-Theoretic Computational Complexity”, *IEEE Transactions on Information Theory* 20 11974, pp. 10-15.
Chaitin, Gregory J., *Information*, *Randomness* & *Incompletness*: *Papers on Algorithmic Information Theory*, Singapore, World Scientific, 1987.
Chaitin, Gregory J., *Algorithmic Information Theory*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.
Chaitin, Gregory J., *At Home in the Universe*, Woodbury, N.Y., American Institute of Physics, 1994.
Chaitin, Gregory J., *Coversations with a Mathematician*, Londra, Springer, 2002.
Chaitin, Gregory J., *Meta Math*: *The Quest for Omega*, New York, Pantheon, 2005.
Chaitin, Gregory J., “The Limits of Reason”, *Scientific American* 294, nr. 3 / martie 2006, p. 74.
Chaitin, Gregory J., *Thinking About Gödel and Turing*: *Essays on Complexity*, *1970-2007*, Singapore, World Scientific, 2007.
Chandler, Alfred D. şi Cortada, James W. (eds), “A Nation Transformed by Information: How Information Has Shaped the United States from Colonial Times to the Present”, 2000.
Chentsov, Nicolai N., “The Unfathomable Influence of Kolmogorov”, *The Annals of Statistics* 18, nr. 3 / 1990, pp. 987-998.
Cherry, E. Colin, “A History of the Theory of Information”, *Transactions of the IRE Professional Group of Information Theory* 1, nr. 1 / 1953, pp. 22-43.
Cherry, E. Colin, *On Human Communication*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1947.
Chomsky, Noam, “Three Models for the Description of Language”, *IRE Transactions on Information Theory* 2, nr. 3 / 1956, pp. 113-124.
Chomsky, Noam, *Reflections on Language*, New York, Pantheon, 1975.

Chrisley, Ronald (ed.), *Artificial Intelligence*: *Critical Concepts*, Londra, Routledge, 2000.
Church, Alonzo, “On the Concept of Random Sequence”, *Bulletin of the American Mathematical Society* 46, nr. 2 / 1940, pp. 130-135.
Churchland, Patricia S. şi Terrence J. Sejnowski, *The Computational Brain*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1992.
Cilibrasi, Rudi şi Paul Vitanyi, “Automatic Meaning Discovery Using Google”, *arXiv*:*csCL*/*0412098 v2*, 2005.
Chanchy, M.T., *From Memory to Written Record*, *England*, *1066-1307*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1979.
Clarke, Roger T., “The Drum Language of the Tumba People”, *American Journal of Sociology* 40, nr. 111934, pp. 34-48.
Clayton, Jay, *Charles Dickens in Cyberspace*: *The Afterlife of the Nineteenth Century in Postmodern Culture*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
Clerke, Agnes M., *The Herschels and Modern Astronomy*, New York, Macmillan, 1895.
Coe, Lewis, *The Telegraph*: *A History of Morse's Invention and Its Predecessors in the United States*, Jefferson, N.C., McFarland, 1993.
Colton, F. Barrows, “The Miracle of Talking by Telephone”, *National Geographic 72* / 1937, pp. 395-433.
Conway, Flo şi Jim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age*: *In Search of Norbert Wiener*, *the Father of Cybernetics*, New York, Basic Books, 2005.
Cooke, William Fothergill, *The Electric Telegraph*: *Was It Invented by Professor Wheatstone*?, Londra, W.H. Smith & Son, 1857.
Coote, Edmund, *The English Schoole-maister*, Londra, Ralph Jackson & Robert Dexter, 1596.
Cordeschi, Roberto, *The Discovery of the Artificial*: *Behavior*, *Mind şi Machines Before and Beyond Cybernetics*, Dordrecht, Olanda, Springer, 2002.

Cortada, James W., *Before the Computer*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1993.
Cover, Thomas M., Peter Gacs şi Robert M. Gray, “Kolmogorov's Contributions to Information Theory and Algorithmic Complexity”, *The Annals of Probability* 17, nr. 3 / 1989, pp. 840-865.
Craven, Kenneth, *Jonathan Swift and the Millenium of Madness*: *The Information Age in Swift's Tale of a Tub*, Leiden, Olanda, E. J. Brill, 1992.
Crick, Francis, “On Protein Synthesis”, *Symposium of the Society for Experimental Biology* 12 / 1958, pp. 138-163.
Crick, Francis, “Central Dogma of Molecular Biology”, *Nature 227* / 1970, pp. 561-563.
Crick, Francis, *What Mad Pursuit*, New York, Basic Books, 1988.
Croarken, Mary, “Tabulating the Heavens: Computing the Nautical Almanach in 18th-Century England”, *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 3 / 2003, pp. 48-61.
Croarken, Mary, “Mary Edwards: Computing for a Living in 18th-Century England”, *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 4 / 2003, pp. 9-15.
Crowley, David şi Paul Heyer (editori) *Communication in History*: *Thechnology*, *Culture*, *Society*, Boston, Allyn and Bacon, 2003.
Crowley, David şi David Mitchell (editori) *Communication Theory Today*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1994.
Daly, Lloyd W., *Contributions to a History of Alphabeticization in Antiquity and the Middle Ages*, Bruxells, Latomus, 1967.
Danielsson, Ulf H. şi Marcelo Schiffer, “Quantum Mechanics, Common Sense şi the Black Hole Information Paradox”, *Physical Review D* 48, nr. 10 / 1993, pp. 4779-4784.
Darrow, Karl K., “Entropy”, *Proceedings of the American Philosophical Society* 87, nr. 5 / 1944, pp. 365-367.

Davis, Martin, *The Universal Computer*: *The Road from Leibniz to Turing*, New York, Norton, 2000.
Dawkins, Richard, “In Defense of Selfish Genes”, *Philosophy* 56, nr. 218 11981, pp. 556-573.
Dawkins, Richard, *The Blind Watchmaker*, New York, Norton, 1986.
Dawkins, Richard, *The Extended Phenotype*, Rev. Editura Oxford, Oxford University Press, 1999.
Dawkins, Richard, *The Selfish Gene*, *3Oth anniversary edition*, Oxford, Oxford University Press, 2006.
De Chadarevian, Soraya, “The Selfish Gene at 30: The Origin and Career of a Book and Its Title”, *Notes and Records of the Royal Society* 61 12007, pp. 31-38.
De Morgan, Augustus, *Arithmetical Books*: *From the Invention of Printing to the Present Time*, Londra, Taylor & Walton, 1847.
De Morgan, Sophia Elizabeth, *Memoir of Augustus De Morgan*, Londra, Longmans, Green, 1882.
Delbrück, Max, “A Physicist Looks at Biology”, *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 38 /1949, pp. 173-90.
Delius, Juan D., “Of Mind Memes and Brain Bugs, a Natural History of Culture”, în *The Nature of Culture*,editată de Walter A. Koch, Bochum, Germania, Bochum, 1989.
Denbigh, K. G. şi J. S. Denbigh, *Entropy in Relation to Incomplete Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
Dennett, Daniel C., “Memes and the Exploitation of Imagination”, *Journal of Aesthetics and Art Criticism* 48 / 1990, pp. 127-135.
Dennett, Daniel C., *Consciousness Explained*, Boston, Little, Brown, 1991.
Dennett, Daniel C., *Darwin's Dangerous Idea*: *Evolution and the Meaning of Life*, New York, Simon & Schuster, 1995.
Dennett, Daniel C., *Brainchildren*: *Essays on Designing Minds*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1998.

Desmond, Adrian şi James Moore, *Darwin*, Londra, Michael Joseph, 1991.

Diaz Vera, Javier E., *A Changing World of Words*: *Studies in English Historical Lexicography*, *Lexicology and Semantics*, Amsterdam, Rodopi, 2002.

Dilts, Marion May, *The Telephone in a Changing World*, New York, Longmans, Green, 1941.

Diringer, David şi Reinhold Regensburger, *The Alphabet*: *A Key to the History of Mankind*, ediţia a treia, New York, Funk & Wagnalls, 1968.

Dretske, Fred L, *Knowledge and the Flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1981.

Duane, Alexander, "Sight and Signalling in the Navy", *Proceedings of the American Philosophical Society* 55, nr. 5 /1916, pp. 400-414.

Dubbey, J. M., *The Mathematical Work of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1978.

Dupuy, Jean-Pierre, *The Mechanization of the Mind*: *On the Origins of Cognitive Science*, traducere de M.B. DeBevoise, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2000.

Dyson, George B., *Darwin Among the Machines*: *The Evolution of Global Intelligence*, Cambridge, Mass., Perseus, 1997.

Eco, Umberto, *The Search for the Perfect Language*, traducere de James Fentress, Malden, Mass., Blackwell, 1995.

Edwards, P.N., *The Closed World*: *Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1996.

Eisenstein, Elizabeth L., "Clio and Chronos: An Essay on the Making and Breaking of History-Book Times", în *History and Theory*, supl. 6, *History and the Concept of Time*, 1966, pp. 36-64.

Eisenstein, Elizabeth L., *The Printing Press as an Agent of Change*: *Communications and Cultural Transformations in*

Early-Modern Europe, Cambridge, Cambridge University Press, 1979.

Ekert, Artur, “Shannon's Theorem Revisited”, *Nature 367* / 1994, pp. 513-514.

Ekert, Artur, “From Quantum Code-Making to Quantum Code-Breaking”, *arXiv*:*quant-ph*/*9703035 v*l, 1997.

Elias, Peter, “Two Famous Papers”, *IRE Transactions on Information Theory* 4, nr. 3 / 1958, p. 99.

Emerson, Ralph Waldo, *Society and Solitude*, Boston, Fields, Osgood, 1870.

Everrett, Edward, “The Use of Astronomy”, in *Orations and Speeches on Various Occasions*, 422-465, Boston, Little, Brown, 1870/

Fahie, J.J., *A History of Electric Telegraphy to the Year 1837*, Londra, E. & F. N. Spon, 1884.

Fauvel, John şi Jeremy Gray, *The History of Mathematics*: *A Reader*, Mathematical Association of America, 1997.

Feferman, Solomon (ed.), *Kurt Gödel*: *Collected Works*, New York, Oxford University Press, 1986.

Feynman, Richard P., *The Character of Physical Law*, New York, Modem Library, 1994.

Feynman, Richard P., *Feynman Lectures on Computation*,editată de Anthony J. G. Hey and Robin W. Allen, Boulder, Colo., Westview Press, 1996.

Finnegan, Ruth, *Oral Literature in Africa*, Oxford, Oxford University Press, 1970.

Fischer, Claude S., *America Calling*: *A Social History of the Telephone to 1940*, Berkeley, University of California Press, 1992.

Ford, Joseph, “Directions in classical Chaos”, în *Directions in Chaos*,editată de Hao Bai-lin, Singapore, World Scientific, 1987.

Franksen, Ole L, “Introducing «Mr. Babbage's Secret»“, *APL Quote Quad* 15, nr. 1 / 1984, pp. 14-17.

Friedman, William F., “Edgar Allan Poe, Cryptographer”, *American Literature* 8, nr. 3 / 1936, pp. 266-280.

Fuchs, Christopher A., “Notes on a Paulian Idea: Foundational, Historical, Anecdotal and Forward-Looking Thoughts on the Quantum”, *arXiv*: *quant-ph/0105039*, 2001.

Fuchs, Christopher A., “Quantum Mechanics as Quantum Information (and Only a Little More)”, 2002, *arXiv*: *quant-ph/0205039 vl*, 8 May 2001.

Fuchs, Christopher A., “QBism, the Perimeter of Quantum Bayesianism”, *arXiv*:*quant-ph/1003.5209 vi*, 2010.

Fuchs, Christopher A., *Coming of Age with Quantum Information*: *Notes on a Paulian Idea*, Cambridge, Mass., Cambridge University Press, 2010.

Galison, Peter, *Image and Logic*: *A Material culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago Press, 1997.

Gallager, Robert G., “Claude E. Shannon: A Retrospective on His Life, Work şi Impact”, *IEEE Transactions on Information* 47, nr. 7 / 2001, pp. 2681-2695.

Gamow, George, “Possible Relation Between Deoxyribonucleic Acid and Protein Structures”, *Nture* 173 / 1954, p. 318.

Gamow, George, “Information Transfer in the Living Cell”, *Scientific American* 193, nr. 10 / October 1955, p. 70.

Gardner, Martin, *Hexaflexagons and Other Mathematical Diversions*, Chicago, University of Chicago Press, 1959.

Gardner, Martin, *Martin Gardner's Sixth Book of Mathematical Games from Scientific American*, San Francisco, W.H. Freeman, 1963.

Gasser, James (ed.), *A Boole Anthology*: *Recent and Classical Studies in the Logic of George Boole*, Dordrecht, Olanda, Kluwer, 2000.

Gell-Mann, Murray şi Seth Lloyd, “Information Measures, Effective Complexity şi Total Information”, *Complexity 2*,*nr.l*/ 1996, pp. 44-52.

Genosko, Gary, *Marshall McLuhan*: *Critical Evaluations in Cultural Theory*, Albingdon, U.K., Routledge, 2005.

Geoghegan, Bernard Dionysius, “The Historiographic Conceptualization of Information: A Critical Survey”, *Annals of the History of Computing*, 2008, pp. 66-81.

Gerovitch, Slava, *From Newspeak to Cyber speak*: *A History of Soviet Cybernetics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2002.

Gilbert, E.N., “Information Theory After 18 Years”, *Science* 152, nr. 3720 / 1966, pp. 320-326.

Gilder, Louisa, *The Age of Entanglement*: *When Quantum Physics Was Reborn*, New York, Knopf, 2008.

Gilliver, Peter, Jeremy Marshall şi Edmund Weiner, *The Ring of Words*: *Tolkien and the Oxford English Dictionary*, Oxford, Oxford University Press, 12006.

Gitelman, Lisa şi Geoffrey B. Pingree (editori) *New Media 1740-1915*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2003.

Glassner, Jean-Jacques, *The Invention of Cuneiform*, tradusă şieditată de Zainab Bahrani and Marc Van De Mieroop, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2003.

Gleick, James, *Chaos*: *Making a New Science*, New York, Viking, 1987.

Gleick, James, “The Lives They Lived: Claude Shannon, B. 1916; Bit Player”, *New York Times Magazine*, 30 December 2001, p. 48.

Gleick, James, *What Just Happened*: *A Chronicle from the Information Frontier*, New York, Pantheon, 2002.

Gödel, Kurt, “Russell's Mathematical Logic” (1944). In *Kurt Gödel*: *Collected Works*,editată de Solomon Feferman, vol. 2, New York, Oxford University Press, 1986.

Goldsmid, Frederic John, *Telegraph and Travel*: *A Narrative of the Formation and Development of Telegraphie Communication Between England and India*, *Under the Orders of Her Majesty's Government*, *With Incidental Notices of the Countries Traversed by the Lines*, Londra, Macmillan, 1874.

Goldstein, Rebecca, *Incompleteness*: *The Proof and Paradox of Kurt Gödel*, New York, Atlas, 2005.

Goldstine, Herman H., “Information Theory”, *Science* 133, nr. 3462 / 1961, pp. 1395-1399.
Goldstine, Herman H., *The Computer*: *From Pascal to Von Neumann*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1973.
Goodwin, Astley J. H., *Communication Has Been Established*, Londra, Methuen, 1937.
Goody, Jack, *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 1977.
Goody, Jack, *The Interface Between the Written and the Oral*, Cambridge University Press, 1987.
Goody, Jack şi Ian Watt, “The Consequences of Literacy”, *Comparative Studies in Society and History* 5, nr. 3 / 1963, pp. 304-345.
Goonatilake, Susantha, *The Evolution of Information*: *Lineages in Gene*, *Culture and Artefact*, Londra, Pinter, 1991.
Gorman, Michael E., *Transforming Nature*: *Ethics*, *Invention and Discovery*, Boston, Kluwer Academic, 1998.
Gould, Stephen Jay, *The Panda's Thumb*, New York, Norton, 1980.
Gould, Stephen Jay, “Humbled by the Genome's Mysteries”, *The New York Times*, 19 February 2001.
Grafen, Alan şi Mark Ridley (editori) *Richard Dawkins*: *How a Scientist Changed the Way We Think*, Oxford, Oxford University Press, 2006.
Graham, A.C., *Studies in Chinese Philosophy and Philosophical Literature*, vol. *SUNY Series in Chinese Philosophy and Culture*, Albany, State University of New York Press, 1990.
Green, Jonathon, *Chasing the Sun*: *Dictionary Makers and the Dictionaries They Made*, New York, Holt, 1996.
Gregersen, Niels Henrik (ed.), *From Complexity to Life*: *On the Emergence of Life and Meaning*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
Griffiths, Robert B., “Nature and Location of Quantum Information”, *Physical Review A 66* / 2002, pp. 012311-1.

Grünwald, Peter şi Paul Vitănyi, “Shannon Information and Kolmogorov Complexity”, *arXiv*:*csJT*/*0410002 vl*, 8 August 2005.

Guizzo, Erico Mariu, “The Essential Message: Claude Shannon and the Making of Information Theory”, teză de masterat, Massachusetts Institute of Technology, September 2003.

Gutfreund, H. şi G. Toulouse, *Biology and Computation*: *A Physicist's Choice*, Singapore, World Scientific, 1994.

Hailperin, Theodore, “Boole's Algebra Isn't Boolean Algebra”, *Mathematics Magazine* 54, nr. 4 / 1981, pp.* 172-184.

Halstead, Frank C., “The Genesis and Speed of the Telegraph Codes”, *Proceedings of the American Philosophical Society* 93, nr. 5 / 1949, pp. 448-458.

Halverston, John, “Goody and the Implosion of the Literacy Thesis”, *Man 27*, nr. 2 / 1992, pp. 301-317.

Harlow, Alvin F., *Old Wires and New Waves*, New York, D. Appleton-Century, 1936.

Harms, William F., “The Use of Information Theory in Epistemology”, *Philosophy of Science* 65, nr. 311998, pp. 472-501.

Harris, Roy, *Rethinking Writing*, Bloomington, Indiana University Press, 2000.

Hartley, Ralph V. L., “Transmission of Information”, *Bell System Technical Journal* 7 / 1928, pp. 535-563.

Havelock, Eric A., *Preface to Plato*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1963.

Havelock, Eric A., *The Muse Learns to Write*: *Reflections on Orality and Literacy from Antiquity to the Present*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1986.

Havelock, Eric A. şi Jackson P. Hershbell, *Communication Arts in the Ancient World*, New York, Hastings House, 1978.

Hawking, Stephen, *God Created the Integers*: *The Mathematical Breakthrough That Changed History*, Philadelphia, Running Press, 2005.

Hawking, Stephen, “Information Loss in Black Holes”, *Physical Review D 72*, *arXiv*:*hep-th*/*050717lv2*, 2005.
Hayles, N. Katherine, *How We Became Posthuman*: *Virtual Bodies in Cybernetics*, *Literature şi Informatics*, Chicago, University of Chicago Press, 1999.
Headrick, Daniel R., *When Information Came of Age*: *Technologies of Knowledge in the Age of Reason and Revolution*, *1700-1850*, Oxford, Oxford University Press, 2000.
Heims, Steve J., *John Von Neumann and Norbert Wiener*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1980.
Heims, Steve J., *The Cybernetics Group*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1991.
Herken, Rolf (ed.), *The Universal Turing Machine*: *A Half-Century Survey*, Vienna, Springer-Verlag, 1995.
Hey, Anthony J.G. (ed.), *Feynman and Computation*, Boulder, Colo., Westview Press, 2002.
Hobbes, Thomas, *Leviathan*, *or*, *the Matter*, *Forme şi Power of a Commonwealth*, *Ecclesiasticall and Civili*, Londra, Andrew Crooke, 1660.
Hodges, Andrew, *Alan Turing*: *The enigma*, Londra, Vintage, 1992.
Hofstadter, Douglas R., *Gödel*, *Escher*, *Bach*: *An eternal Golden Braid*, New York, Basic Books, 1985.
Hofstadter, Douglas R., *Metamagical Themas*: *Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985.
Hofstadter, Douglas R., *I Am a Strange Loop*, New York, Basic Books, 2007.
Holland, Owen, “The First Biologically Inspired Robots”, *Robotica* 21 / 2003, pp. 351-363.
Holmes, Oliver Wendell, *The Autocrat of the Breakfast-Table*, New York, Houghton Mifflin, 1893.
Holzmann, Gerard J. şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, Washington D.C., IEEE computer Society, 1995.

Hopper, Robert, *Telephone Conversation*, Bloomington, Indiana University Press, 1992.
Horgan, John, “Claude E. Shannon”, *IEEE Spectrum*, april 1992, pp. 72-75.
Horsley, Victor, “Description of the Brain of Mr. Charles Babbage, F.R.S.”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *Series B* 200 / 1909, pp. 117-131.
Huberman, Bernardo A., *The Laws of the Web*: *Patterns in the Ecology of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2001.
Hughes, Geoffrey, *A History of English Words*, Oxford, Blackwell, 2000.
Hüllen, Werner, *English Dictionaries 800-1700*: *The Topical Tradition*, Oxford, Clarendon Press, 1999.
Hume, Alexander, *Of the Orthographie and Congruitie of the Britan Tongue* (1620). Editat după manuscrisul original aflat la British Museum by Henry B. Wheatley, Londra, Early English Text Society, 1865.
Husbands, Philip şi Owen Holland, “The Ratio Club: A Hub of British Cybernetics”, în *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008, pp. 91-148.
Husbands, Philip, Owen Holland şi Michael Wheeler (editori) *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008.
Huskey, Harry D. şi Velma R. Husley, “Lady Lovelace and Charles Babbage”, *Annals of the History of Computing 2*, nr. 4 11980, pp. 299-329.
Hyatt. Harry Middleton, *Folk-Lore from Adams County*, *Illinois*, a doua ediţie revăzută, Hannibal, Mo., Alma Egan Hyatt Foundation, 1965.
Hyman, Anthony, *Charles Babbage Pioneer of the Computer*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1982.
Hyman, Anthony (ed.), *Science and Reform*: *Selected Works of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

Ifrah, Georges, *The Universal History of Computing*: *From the Abacus to the Quantum Computer*, New York, Willey and Sons, 2001.

Ivanhoe, P. J. şi Bryan W. Van Norden, *Readings in Classical Chinese Philosophy*, ediţia a doua, Indianapolis, Hackett Publishing, 2005.

Jackson, Willis (ed.), *Communication Theory*, New York, Academic Press, 1953.

James, William, *Principles of Psychology*, Chicago, Encyclopædia Britannica, 1952.

Jaynes, Edwin T., "Information Theory and Statistical Mechanics", *Physical Review* 106, nr. 4 / 1957, pp. 620-630.

Jaynes, Edwin T., "Where Do We Stand on Maximum Entropy", în *The Maximum Entropy Formalism*,editată de R.D. Levine şi Myron Tribus, Cambridge, Mass., MIT Press, 1979.

Jaynes, Edwin T., Walter T. Grandy şi Peter W. Milonni, *Physics and Probability*: *Essays in Honor of Edwin T Jaynes*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993.

Jaynes, Julian, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, Boston, Houghton Mifflin, *Y)77*.

Jennings, Humphrey, *Pandaemonium*: *The Coming of the Machine as Seen by Contemporary Observers*, *1660-1886*,editată de Mary-Lou Jennings şi Charles Madge, New York, Free Press, 1985.

Johannsen, Wilhelm, "The Genotype Conception of Heredity", *American Naturalist* 45, nr. 531 / 1911, pp. 129-159.

Johns, Adrian, *The Nature of the Book*: *Print and Knowledge in the Making*, Chicago, University of Chicago Press, 1998.

Johnson, George, *Fire in the Mind*: *Science*, *Faith şi the Search for Order*, New York, Knopf, 1995.

Johnson, George, "Claude Shannon, Mathematician, Dies at 84", *The New York Times*, *27* februarie 2001, B7.

Johnson, Horton A., “Thermal Noise and Biological Information”, *Quarterly Review of Biology* 62, nr. 2 /1987, pp. 141-152.
Joncourt, Élie de, *De Natura et Praeclaro Usu Simplicissimae Speciei Numerorum Trigonalium*,editată de É. de Joncourt Auctore, Hagae Comitum, Husson, 1762.
Jones, Alexander, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*: *Including Its Rise and Progress in the United States*, New York, Putnam, 1852.
Jones, Jonathan, “Quantum Computers Get Real”, *Physics World* 15, nr. 4 / 2002, pp. 21-22.
Jones, Jonathan, “Quantum Computing: Putting It into Practice”, *Nature* 42112003, pp. 28-29.
Judson, Horace Freeland, *The Eighth Day of Creation*: *Makers of the Revolution in Biology*, New York, Simon & Schuster, 1979.
Kahn, David, *The Codebreakers*: *The Story of Secret Writing*, Londra, Weidenfeld & Nicolson, 1968.
Kahn, David, *Seizing the Enigma*: *The Race to Break the German U-Boat Codes*, *1939-1945*, New York, Barnes & Noble, 1998.
Kahn, Robert E., “A Tribute to Claude E. Shannon”, *IEEE communications Magazine*, 2001, pp. 18-22.
Kalin, Theodore A., “Formal Logic and Switching circuits”, în *Proceedings of the 1952 ACM National Meeting* (*Pittsburgh*), New York, ACM, 1952, pp. 251-257.
Kauffman, Stuart, *Investigations*, Oxford, Oxford University Press, 2002.
Kay, Lily E., *Who Wrote the Book of Life*: *A History of the Genetic Code*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 2000.
Kelly, Kevin, *Out of Control*: *The Rise ofNeo-Biological Civilization*, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1994.
Kendall, David G., “Andrei Nikolaevich Kolmogorov. 25 April 1903-20 October 1987”, *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 37 / 1991, pp. 301-319.

Keynes, John Maynard Keynes, *A Treatise on Probability*, Londra, Macmillan, 1921.

Kneale, William, “Boole and the Revival of Logic”, *Mind 57*, nr. 226 / 1948, pp. 149-175.

Knuth, Donald E., “Ancient Babylonian Algorithms”, *Communications of the Association for Computing Machinery* 15, nr. 7 / 1972, pp. 671-677.

Kolmogorov, A.N., “Combinatorial Foundations of the Information Theory and the Calculus of Probabilities”, *Russian Mathematical Surveys* 38, nr. 4 / 1983, pp. 29-43.

Kolmogorov, A.N., *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, *Vol.* 3, *Information Theory and the Theory of Algorithms*, traducere de A.B. Sossinksky, Dordrecht, Olanda, Kluwer Academic Publishers, 1993.

Kolmogorov, A.N., Gelfand şi A.M. Yaglom, “On the General Definition of the Quantity of Information” (1956), în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, *vol.* 3, *Information Theory and the Theory of Algorithms*, Dordrecht, Olanda, Kluwer Academic Publishers, 1993, pp. 2-5.

Kolmogorov, A.N. şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*. *History of Mathematics*, vol. 20, traducere de Harold H. McFaden, N.P., American Mathematical Society, London Mathematical Society, 2000.

Krutch, Joseph Wood, *Edgar Allan Poe*: *A Study in Genius*, New York, Knopf, 1926.

Kubăt, Libor şi Jiri Zeman, *Entropy and Information in Science and Philosophy*, Amsterdam, Elsevier, 1975.

Langville, Amy N. şi Carl D. Meyer, *Google's Page Rank and Beyond*: *The Science of Search Engine Rankings*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2006.

Lanier, Jaron, *You are Not a Gadget*, New York, Knopf, 2010.

Lanouette, William, *Genius in the Shadows*, New York, Scribner's, 1992.

Lardner, Dionysius, “Babbage's Calculating emgines”, *Edinburgh Review* 59, nr. 120 / 1834, pp. 263-327.

Lardner, Dionysius, *The Electric Telegraph*, revăzută şi rescrisă de Edward B. Bright, Londra, James Walton, 1867.
Lasker, Edward, *The Adventure of Chess*, ediţia a doua, New York, Dover, 1959.
Leavitt, Harold J. şi Thomas L. Whisler, “Management in the 198Os”, *Harvard Business Review*, 1958, pp. 41-48.
Leff, Harvey S. şi Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Denton*: *Entropy*, *Information*, *Computing*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1990.
Leff, Harvey S. şi Andrew F. Rex, *Maxwell's Demon 2*: *Entropy*, *Classical and Quantum Information*, *Computing*, Bristol, U.K., Institute of Physics, 2003.
Lenoir, Timothy (ed.), *Inscribing Science*: *Scientific Texts and the Materiality of communication*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1998.
Licklider, J. C. R., “Interview Conducted by William Aspray and Arthur Norberg”, 1988.
Liberman, Phillip, “Voice in the Wilderness: How Humans Acquired the Power of Speech”, *Sciences*, 1988, pp. 23-29.
Lloyd, Seth, “Computational Capacity of the Universe”, *Physical Review Letters* 88, no 23 *I* 2002, *arXiv*; *quan t-ph/01 lOlAlvl*.
Lloyd, Seth, *Programming the Universe*, New York, Knopf, 2006. Loewenstein, Werner R., *The Touchstone of Life*: *Molecular Information*, *Cell communication şi the Foundations of Life*, New York, Oxford University Press, 1999.
Lucky, Robert W., *Silicon Dreams*: *Information*, *Man şi Machine*, New York, St. Martin's Press, 1989.
Lundheim, Lars, “On Shannon and «Shannon's Formula»“, *Telektronikk* 98, nr. 1 / 2002, pp. 20-29.
Luria, A.R., *Cognitive Development*: *Its cultural and Social Foundations*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1976.
Lynch, Aaron, *Thought Contagion*: *How Belief Spreads Through Society*, New York, Basic Books, 1996.

Mabee, Carleton, *The American Leonardo*: *A Life of Samuel F. B. Morse*, New York, Knopf, 1943.

MacFarlane, Alistair G.J., "Information, Knowledge şi the Future of Machines", *Philosophical Transactions*: *Mathematical*, *Physical and Engineering Sciences* 361, nr. 1809 / 2003, pp. 1581-1616.

Machlup, Fritz şi Una Mansfield (editori) *The Study of Information*: *Interdisciplinary Messages*, New York, Wiley and Sons, 1983.

Machta, J., "Entropy, Information şi Computation", *American Journal of Physics 67*, nr. 12 / 1999, pp. 1974-1077.

Mackay, Charles, *Memoirs of Extraordinary Popular Delusions*, Philadelphia, Lindsay & Blakiston, 1850.

MacKay, David J. C, *Informatiob Theory*, *Inference şi Learning Algorithms*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.

MacKay, Donald M., *Information*, *Mechanism şi Meaning*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1969.

Macrae, Norman, *John von Neumann*: *The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer*, *Game Theory*, *Nuclear Deterrence şi Much More*, New York, Pantheon, 1992.

Macray, William Dunn, *Annals of the Bodleian Library*, *Oxford*, *1598-1867*, Londra, Rivingtons, 1868.

Mancosu, Paolo, *From Browser to Hilbert*: *The Debate on the Foundations of Mathematics in the 192Os*, New York, Oxford University Press, 1998.

Marland, E.A., *Early Electrical Commutation*, Londra, Abelard-Schuman, 1964.

Martin, Michèle, "*Hello*, *Central*?": *Gender*, *Technology şi Culture in the Formation of the Telephone Systems*, Montreal, McGill-Queen's University Press, 1991.

Marvin, Carolyn, *When Old Technologies Were New*: *Thinking About Electric Communication in the Late*

Nineteenth Century, New York, Oxford University Press, 1988.

Maxwell, James Clerk, *Theory of Heat*, ediţia a opta, Londra, Longmans, Green, 1885.

Mayr, Otto, "Maxwell and the Origins of Cybernetics", *Isis* 62, nr. 4 / 1971, pp. 424-444.

McCulloch, Warren S., "Brain and Behavior", *Comparative Psychology Monograph 20* 1, Series 103 / 1950.

McCulloch, Warren S., "Through the Den of the Metaphysician", *British Journal for the Philosophy of Science* 5, nr. 17 / 1954, pp. 18-31.

McCulloch, Warren S., *Embodiments of Mind*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1965.

McCulloch, Warren S., "Recallections of the Many Sources of Cybernetics", *ASC Forum* 6, nr. 2 / 1974, pp. 5-16.

McCulloch, Warren S. şi John Pfeiffer, "Of Digital Computers Called Brains", *Scientific Monthly* 69, nr. 6 / 1949, pp. 368-376.

McLuhan, Marshall, *The Mechanical Bride*: *Folklore of Industrial Man*, New York, Vanguard Press, 1951.

McLuhan, Marshall, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, University of Toronto Press, 1962.

McLuhan, Marshall, *Understanding Media*: *The Extensions of Man*, New York, McGraw-Hill, 1965.

McLuhan, Marshall, *Essential McLuhan*,editată de Eric McLuhan and Frank Zingrone, New York, Basic Books, 1996.

McLuhan, Marshall şi Quentin Fiore, *The Medium Is the Message*, New York, Random House, 1967.

McNeely, Ian F. şi Lisa Wolverton, *Reinventing Knowledge*: *From Alexandria to the Internet*, New York, Norton, 2008.

Menabrea, L.F., "Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage. With Notes upon the Memoir by the Translator, Ada Augusta, Countess of Lovelace", *Bibliothèque Universelle de Genève* 82 / October 1842. De asemenea disponibil pe http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html.

Menninger, Karl şi Paul Broneer, *Number Words and Number Symbols*: *A Cultural History of Numbers*, Dover Publications, 1992.

Mermin, N. David, "Copenhagen Computation: How I Learned to Stop Worrying and Love Bohr", *IBM Journal of Research and Development* 48 / 2004, pp. 53-61.

Mermin, N. David, *Quantum Computer Science*: *An Introduction*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Miller, George A., "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information", *Psychological Review* 63 / 1956, pp. 81-97.

Miller, Jonathan, *Marshall McLuhan*, New York, Viking, 1971. Miller, Jonathan, *States of Mind*, New York, Pantheon, 1983.

Millman, S. (ed.), *A History of Engineering and Science in the Bell Systems*: *Communications Sciences* (*1925-1980*), Bell Telephone Laboratories, 1984.

Mindell, David A., *Between Human and Machine*: *Feedback*, *Control şi Computing Before Cybernetics*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002.

Mindell, David A., Jérôme Segal şi Slava Gerovitch, "Cybernetics and Information Theory in the United States, France şi the Soviet Union", în *Science and Ideology*: *A Comparative* History,editată de Mark Walker, Londra, Routledge, 2003, pp. 66-95.

Monod, Jacques, *Chance and Necessity*: *An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*, traducere de Austryn Wainhouse, New York, Knopf, 1971.

Moore, Francis, *Travels Into the Inland Parts of Africa*, Londra, J. Knox, 1767.

Moore, Gordon E., "Cramming More Components onto Integrated Circuits", *Electronics* 38,8 /1965, pp. 114-117. Morowitz, Harold J., *The Emergence of Everything*: *How the World Became Complex*, New York, Oxford University Press, 2002.

Morse, Samuel F. B., *Samuel F. B. Morse*: *His Letters and Journals*,editată de Edward Lind Morse, Boston Houghton Mifflin, 1914. Morus, Iwan Rhys, “The Nervous System of Britain': Space, Time and the Electric Telegraph in the Victorian Age”, *British Journal of the History of Science* 33 / 2000, pp. 455-475.

Moseley, Maboth, *Irascible Genius*: *A Life of Charles Babbage*, *Inventor*, Londra, Hutchinson, 1964.

Mugglestone, Lynda, “Labels Reconsidered: Objectivity and the *OED*”, *Dictionaries* 21 / 2000, pp. 22-37.

Mugglestone, Lynda, *Lost for Words*: *The Hidden History of the Oxford English Dictionary*, New Haven, Conn., Yale University Press, 2005.

Mulcaster, Richard, *The First Part of the Elementarie Which Entreateth Cheflie of the Right Writing of Our English Tung*, Londra, Thomas Vautroullier, 1582.

Mullett, Charles F., “Charles Babbage: A Scientific Gadfly”, *Scientific Monthly S7*, nr. 5 / 1948, pp. 361-371.

Mumford, Lewis, *The Myths of the Machine*, Vol. 2, *The Pentagon of Power*, New York, Harcourt, Brace, 1970.

Murray, K. M. E., *Caught in the Web of Words*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1978.

Mushengyezi, Aaron, “Rethinking Indigenous Media: Rituals, «Talking» Drums and Orality as Forms of Public Communication in Uganda”, *Journal of African Cultural Studies* 16, nr. 1 / 2003, pp. 107-117.

Nagel, Ernest şi James R. Newman, *Gödel's Proof* New York, New York University Press, 1958.

Napier, John, *A Description of the Admirable Table of Logarithmes*, traducere de Edward Wright, Londra, Nicholas Okes, 1616.

Nemes, Tihamér, *Cybernetic Machine*, traducere de I. Földes, New York, Gordon & Breach, 1970.

Neugebauer, Otto, *The Exact Sciences in Antiquity*, ediţia a douaz Providence, R.L, Brown University Press, 1957.

Neugebauer, Otto, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences, vol. 1, New York, Springer-Verlag, 1975.

Neugebauer, Otto, Abraham Joseph Sachs şi Albrecht Götze, *Mathematical Cuneiform Texts*, American Oriental Series, vol. 29, New Haven, Conn., American Oriental Society and the American Schools of Oriental Research, 1945.

Newman, M.E.J., "The Structure and Function of Complex Networks", *SIAM Review* 45, nr. 2 / 2003, pp. 167-256.

Niven, W.D. (ed.), *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; repr. New York, Dover, 1965.

Norman, Donald A., *Things That Make Us Smart*: *Defending Human Attributes in the Age of the Machine*, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1993.

Nor ret rand er s, Tor, *The User Illusion*: *Cutting Consciousness Down to Size*, traducere de Jonathan Sydenham, New York, Penguin, 1998.

Noyes, Gertrude E., "The First English dictionary, Cawdrey's *Table Alphabeticall*", *Modern Language Notes* 58, nr. 8 / 1943, pp. 600-605.

Ogilvie, Brian W., "The Many Books of Nature: Renaissance Naturalists and Information Overload", *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 / 2003, pp. 29-40.

Ogilvie, Brian W., *The Science of Describing*: *Natural History in Renaissance Europe*, Chicago, University of Chicago Press, 2006.

Olson, David R., "From Utterance to Text: The Bias of Language in Speech and Writing", *Harvard Educational Review 47* / 1977, pp. 257-281.

Olson, David R., "The Cognitive Consequences of Literacy", *Canadian Psychology 27*, nr. 2 / 1986, pp. 109-121.

Ong, Walter J., "This Side of Oral Culture and of Print", *Lincoln Lecture*, 1973.

Ong, Walter J., “African Talking Drums and Oral Noetics”, *New Literary History* 8, nr. 3 / 1977, pp. 411-429.
Ong, Walter J., *Interfaces of the Word*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1977.
Ong, Walter J., *Orality and Literacy*: *The Technologizing of the Word*, Londra, Methuen, 1982.
Oslin, George P., *The Story of Telecommunications*, Macon, Ga., Mercer University Press, 1992.
Page, Lawrence, Sergey Brin, Rajeev Motwani şi Terry Winograd, “The Pagerank Citation Ranking: Bringing Order to the Web”, Technical Report SIDL-WP-1999-0120, Stanford University InfoLab, 1998. Disponibil online pe http://ilpubs. stanford.edu: 8090/422/1/1999-66. pdf.
Pain, Stephanie, “Mr. Babbage and the Buskers”, *New Scientist* 179, nr. 2408 / 2003, p. 42.
Paine, Albert Bigelow, *In One Man's Life*: *Being Chapters from the Personal* & *Business Career of Theodore N. Vail*, New York, Harper & Brothers, 1921.
Palme, Jacob, “You Have 134 Unread Mail! Do You Want to Read Them Now?”, în *Computer-Based Message Services*,editată de Hugh T. Smith, North Holland, Elsevier, 1984.
Peckhous, Volker,,,19th Century Logic Between Philosophy and Mathematics”, *Bulletin of Symbolic Logic 5*, nr. 4 / 1999, pp. 433-450.
Peres, Asher, “Einstein, Podolsky, Rosen şi Shannon”, *aeXiv*:*quant-ph*/*0310010 vl*, 2003.
Peres, Asher, “What Is Actually Teleported?”, *IBM Journal of Research and Development* 48, nr. 1 / 2004, pp. 63-69.
Pérez-Montoro, Mario, *The Phenomenon of Information*: *A Conceptual Approach to Information Flow*, traducere de Dick Edelstein, Lanham, Md., Scarecrow, 2007.
Peters, John Durham, *Speaking Into the Air*: *A History of the Idea of Communication*, Chicago, University of Chicago Press, 1999.

Philological Society, *Proposal for a Publication of a New English Dictionary by the Philological Society*, Londra, Trübner & Co., 1859.
Pickering, John, *A Lecture on Telegraphic Language*, Boston, Hilliard, Gray, 1833.
Pierce, John R., *Symbols*, *Signals and Noise*: *The Nature and Process of Communication*, New York, Harper & Brothers, 1961.
Pierce, John R., "The Early Days of Information Theory", *IEEE Transactions on Information Theory* 19, nr. 1 /1973, pp. 3-8.
Pierce, John R., *An Introduction to Information Theory*: *Symbols*, *signals şi Noise*, ediţia a doua, New York, Dover, 1980.
Pierce, John R., "Looking Back: Claude Elwood Shannon", *IEEE Potentials* 12, nr. 4 / decembrie 1993, pp. 38-40.
Pinker, Steven, *The Language Instinct*: *How the Mind Creates Language*, New York, William Morrow, 1994.
Pinker, Steven, *The Stuff of Thought*: *Language as a Window into Human Nature*, New York, Viking, 2007.
Platt, John R. (ed.), *New Views of the Nature of Man*, Chicago, University of Chicago Press, 1983.
Plenio, Martin B. şi Vincenzo Vitelli, "The Physics of Forgetting: Landauer's Erasure Principle and Information Theory", *Contemporary Physics* 42, nr. 1 / 2001, pp. 25-60.
Poe, Edgar Allan, *Essays and Reviews*, New York, Library of America, 1984.
Poe, Edgar Allan, *Poetry and Tales*, New York, Library of America, 1984.
Pool, Ithiel de Sola (ed.), *The Social Impact of the Telephone*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1977.
Poundstone, William, *The Recursive Universe*: *Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge*, Chicago, Contemporary Books, 1985.
Prager, John, *On Turing*, Belmont, Calif., Wadsworth, 2001.

Price, Robert, “A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving”, *IEEE Communications Magazine*, *22* / 1984, pp. 123-126.

Pulgram, Ernst, *Theory of Names*, Berkeley, Calif., American Name Society, 1954.

Purbrick, Louise, “The Dream Machine: Charles Babbage and His Imaginary Computers”, *Journal of Design History* 6:1 11993, pp. 9-23.

Quastler, Henry (ed.), *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, Urbana, University of Illinois Press, 1953.

Quastler, Henry, *Information Theory in Psychology*: *Problems and Methods*, Glencoe, Ill., Free Press, 1955.

Radford, Gary P., “Overcoming Dewey's «False Psychology»: Reclaiming Communication for Communication Studies,” lucrare susţinută la cea de-a 80-a întrunire anuală a Speech Communication Association, New Orleans, noiembrie 1994. Disponibilă ordine pe http:// www.theprofessors.net/dewey.html.

Rattray, Robert Sutherland, “The Drum Language of West Africa: Part I”, *Journal of the Royal African Society 22*, nr. 87 / 1923, pp. 226-236.

Rattray, Robert Sutherland, “The Drum Language of West Africa: Part 11”, *Journal of the Royal African Society 22*, nr. 88 / 1923, pp. 302-316.

Redfield, Robert, *The Primitive World and Its Transformations*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1953.

Rényi, Alfred, *A Diary on Information Theory*, Chichester, N.Y., Wiley and Sons, 1984.

Rheingold, Howard, *Tools for Thought*: *The History and Future of Mind-Expanding Technology*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2000.

Rhodes, Frederick Leland, *Beginnings of Telephony*, New York, Harper & Brothers, 1929.

Rhodes, Neil şi Jonathan Sawday (editori) *The Renaissance Computer*: *Knowledge Technology in the First Age of Print*, Londra, Routledge, 2000.

Richardson, Robert D., *William James*: *In the Maelstrom of American Modernism*, New York, Houghton Mifflin, 2006.
Robertson, Douglas S., *The New Renaissance*: *Computers and the Next Level of Civilization*, Oxford, Oxford University Press, 1998.
Robertson, Douglas S., *Phase Change*: *The Computer Revolution in Science and Mathematics*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
Rochberg, Francesca, *The Heavenly Writing*: *Divination*, *Horoscopy şi Astronomy in Mesopotamian Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004.
Roederer, Juan G., *Information and Its Role in Nature*, Berlin, Springer, 2005.
Rogers, Everett M., "Claude Shannon's Cryptography Research during World War II and the Mathematical Theory of Communication", în *Proceedings*, *IEEE 28th International Carnaham Conference on Security Technology*, octombrie 1994, pp. l-5.
Romans, James, *ABC of the Telephone*, New York, Audel & Co., 1901.
Ronell, Avital, *The Telephone Book*: *Technology Schizophrenia*, *Electric Speech*, Lincoln, University of Nebraska Press, 1991.
Rosenblueth, Arturo, Norbert Wiener şi Julian Bigelow, "Behavior, Purpose and Teleology", *Philosophy of Science* 10 / 1943, pp. 18-24.
Rosenheim, Shawn James, *The Cryptographic Imagination*: *Secret Writing from Edgar Poe to the Internet*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1997.
Russell, Bertrand, *Logic and Knowledge*: *Essays*, *1901-1950*, Londra, Routledge, 1956.
Sagan, Carl, *Murmurs of Earth*: *The Voyager Interstellar Record*, New York, Random House, 1978.
Sapir, Edward, *Language*: *An Introduction to the Study of Speach*, New York, Harcourt, Brace, 1921.

Sarkar, Sahotra, *Molecular Models of Life*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2005.
Schaffer, Simon, “Babbage's Intelligence: Calculating Engines and the Factory System”, *Critical Inquiry* 21, nr. 1 / 1994, pp. 203-227.
Schaffer, Simon, “Paper and Brass: The Luxasian Professorship 1820-1839”, în *From Newton to Hawking*: *A History of Cambridge University's Lucasian Professors of Mathematics*,editată de Kevin C. Knox şi Richard Noakes, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 241-294.
Schindler, G. E., Jr. (ed.), *A History of Engineering and Science in the Bell System*: *Switvhing Technology* (*1925-1975*), Bell Telephone Laboratories, 1982.
Schrödinger, Erwin, *What Is Life*?, Cambridge University Press, 1967.
Seife, Charles, *Decoding the Universe*, New York, Viking, 2006. Shaffner, Taliaferro P., *The Telegraph Manual*: *A Complete History and Description of the Semaphoric*, *Electric and Magnetic Telegraphs of Europe*, *Asia*, *Africa şi America*, *Ancient and Modern*, New York, Pudney & Russell, 1859.
Shannon, Claude Elwood, *Collected Papers*,editată de N. J. A. Sloane and Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993.
Shannon, Claude Elwood, *Miscellaneous Writings*,editată de N. J.A. Sloane şi Aaron D. Wyner, Murray Hill, N.J., Mathematical Science Research Center, AT&T Bell Laboratories, 1993.
Shannon, Claude Elwood şi Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949.
Shenk, David, *Data Smog*: *Surviving the Information Glut*, New York, HarperCollins, 1997.
Shieber, Stuart M. (ed.), *The Turing Test*: *Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2004.

Shiryaev, A.N., “Kolmogorov: Life and Creative Activities”, *Annals of Probability* 17, nr. 3 / 1989, pp. 866-944.
Siegfried, Tom, *The Bit and the Pendulum*: *From Quantum Computing to M Theory - The New Physics of Information*, New York, Wiley and Sons, 2000.
Silverman, Kenneth, *Lightning Man*: *The Accursed Life of Samuel F. B. Morse*, New York, Knopf, 2003.
Simpson, John, “Preface to the Third Edition of the *Oxford English Dictionary*”, Oxford University Press, http://oed.com/about/oed3-preface/#general (accesat pe 13 iunie 2010).
Simpson, John (ed.), *The First English Dictionary*, *1604*: *Robert Cawdrey's A Table Alphabeticall*, Oxford, Bodleian Library, 2007.
Singh, Jagjit, *Great Ideas in Information Theory*, *Language and Cybernetics*, New York, Dover, 1966.
Singh, Simon, *The Code Book*: *The Secret History of Codes and Codebreaking*, Londra, fourth Estate, 1999.
Slater, Robert, *Portraits in Silicon*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1987.
Slepian, David, “Information Theory in the Fifties”, *IEEE Transactions on Information Theory* 19, nr. 2 / 1973, pp. 145-148.
Sloman, Aaron, *The Computer Revolution in Philosophy*, Hassocks, Sussex, Harrester Press, 1978.
Smith, D.E., *A Source Book in Mathematics*, New York, McGraw-Hill, 1929.
Smith, Francis O. J., *The Secret Corresponding Vocabulary*; *Adapted for Use to Morse's Electro-Magnetic Telegraph*: *And Also in Conducting Written Correspondence*, *Transmitted by the Mails*, *or Otherwise*, Portland, Maine, Thurston, Ilsley, 1845.
Smith, G.C., *The Boole-De Morgan correspondence 1842-1864*, Oxford, Clarendon Press, 1982.
Smith, John Maynard, “The Concept of Information in Biology”, *Philosophy of Science 67* / 2000, pp. 177-194.

Smolin, J.A., “The Early Days of Experimental Quantum Cryprography”, *IBM Journal of Research and Development* 48 / 2004, pp. 47-52.

Solana-Ortega, Alberto, “The Information Revolution Is Yet To Come: An Homage to Claude E. Shannon”, în *Bayesian Inference and Mximum Entropy Methods in Science and Engineering*, AIP Conference Proceedings 617,editată de Robert L. Fry, Melville, N.Y., American Institute of Physics, 2002.

Solomonoff, Ray J., “ A Formal Theory of Inductive Inference”, *Information and Control* 7, nr. 1 / 1964, pp. l-22.

Solomonoff, Ray J., “The Discovery of Algorithmic Probability”, *Journal of Computer and System Sciences* 55, nr. 1 / 1997, pp. 73-88.

Solymar, Laszlo, *Getting the Message*: *A History of Communications*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

Spellberg, Ian F. şi Peter J. Fedor, “A Tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a Plea for More Rigorous Use of Species Richness, Species Diversity and the «Shannon-Wiener» Index”, *Global Ecology and Biogeography* 12 / 2003, pp. 177-179.

Sperry, Roger, “Mind, Brain şi Humanist Values”, în *New Views of the Nature of* Man,editată de John R. Platt, Chicago, University of Chicago Press, 1983, pp. 71-92.

Sprat, Thomas, *The History of the Royal Society of London*, *for the Improving of Natural Knowledge*, ediţia a treia Londra, 1722.

Spufford, Francis şi Jenny Uglow (editori) *Cultural Babbage*: *Technology Time and Invention*, Londra, Faber and Faber, 1996.

Stanfage, Tom, *The Victorian Internet*: *The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On-Line Pioneers*, New York, Berkley, 1998.

Starenes, De Witt T. şi Gertrude E. Noyes, *The English Dictionary from Cawdrey to Johnson 1604-1755*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 1946.

Steane, Andrew M. şi Eleanor G. Rieffel, “Beyond Bits: The Future of Quantum Information Processing”, *Computer* 33 / 2000, pp. 38-45.
Stein, Gabriele, *The English Dictionary Before Cawdrey*, Tübingen, Germania, Max Neimeyer, 1985.
Steiner, George, “On Reading Marshall McLuhan”. în *Language and Silence*: *Essays on Language*, *Literature şi the Inhuman*, New York, Atheneum, 1967, pp. 251-268.
Stent, Gunter, “That Was the Molecular Biology? That Was”, *Science* 160, nr. 3826 / 1968, pp. 390-395.
Stent, Gunter, “DNA”, *Daedalus* 99 11970, pp. 909-937.
Stent, Gunter, “You Can Take the Ethics Out of Altruism But You Can't Take the Altruism Out of Ethics”, *Hastings Center Report 7*, nr. 6 / 1977, pp. 33-36.
Stephens, Mitchell, *The Rise of the Image*, *the Fall of the Word*, Oxford, Oxford University Press, 1998.
Stem, Theodore, “Drum and Whistle 'Languages': An Analysis of Speech Surrogates”, *American Anthropologist* 59 /1957, pp. 487-506.
Stix, Gary, “Riding the Back of Electrons”, *Scientific American*, September 1998, pp. 32-33.
Stonier, Tom, *Beyond Information*: *The Natural History of Intelligence*, Londra, Springer-Verlag, 1992.
Stonier, Tom, *Information and Meaning*: *An Evolutionary Perspective*, Berlin, Springer-Verlag, 1997.
Streufert, Siegfried, Peter Suedfeld şi Michael J. Driver, “Conceptual Structure, Information Search şi Information Utilization”, *Journal of Personality and Social Psychology 2*, nr. 5 / 1965, pp. 736-740.
Sunstein, Cass T, *Infotopia*: *How Many Minds Produce Knowledge*, Oxford, Oxford University Press, 2006.
Surowiecki, James, *The Wisdom of Crowds*, New York, Doubleday, 2004.
Swade, Doron, “The World Reduced to Number”, *Isis* 82, nr. 3 / 1991, pp. 532-536.

Swade, Doron, *The Cogwheel Brain*, *Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, Londra, Little, Brown, 2000.

Swade, Doron, *The Difference Engine*: *Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, New York, Viking, 2001.

Swift, Jonathan, *A Tale of a Tub*: *Written for the Universal Improvement of Mankind*, 1692.

Szilard, Leo, "On the Decrease of Entropy in a Thermodynamic System by the Intervention of Intelligent Beings", traducere de Anatol Rapoport şi Mechtilde Knoller din "Über Die Entropieverminderung in Einem Thermodynamischen System Bei Eingriffen Intelligenter Wesen", *Zeitschrift Für Physik* 53 /1929, *Behavioral Science* 9, nr. 4 / 1964, pp. 301-310.

Teilhard de Chardin, Pierre, *The Human Phenomenon*, traducere de Sarah Appleton-Weber, Brighton, U.K., Sussex Academic Press, 1999.

Terhal, Barbara M., "Is Entanglement Monogamous?", *IBM Journal of Research and Development* 48, nr. 1 / 2004, pp. 71-78.

Thompson, A.J. şi Karl Pearson, "Henry Briggs and His Work on Logarithms", *American Mathematical Monthly* 32, nr. 3 / 1925, pp. 129-131.

Thomsen, Samuel W., "Some Evidence Concerning the Genesis of Shannon's Information Theory", *Studies in History and Philosophy of Science* 40 / 2009, pp. 81-91.

Thorp, Edward O., "The Invention of the First Wearable Computer", în *Proceedings of the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1998.

Toole, Betty Alexandra, "Ada Byron, Lady Lovelace, an Analyst and Metaphysician", *IEEE Annals of the History of Computing* 18, nr. 3 / 1996, pp. 4-12.

Toole, Betty Alexandra, *Ada*, *the Enchantress of Numbers*: *Prophet of the ComputerAge*, Mill Valley, Calif., Strawberry Press, 1998.

Tufte, Edward R., “The Cognitive Style of PowerPoint”, Cheshire, Conn., Graphics Press, 2003.

Turing, Alan M., “On Computable Numbers, with an Application to the *Entscheidungsproblem*”, *Proceedings of the London Mathematical Society* 42 / 1936, pp. 230-265.

Turing, Alan M., “Computing Machinery and Intelligence”, *Minds and Machines* 59, nr. 236 / 1950, pp. 433-460.

Turing, Alan M., “The Chemical Basis of Morphogenesis”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *Series B 237*, nr. 641 / 1952, pp. 37-72.

Turnbull, Laurence, *The Electro-Magnetic Telegraph*, *With an Historical Account of the Rise*, *Progress şi Present Condition*, Philadelphia, A. Hart, 1853.

Vail, Alfred, *The American Electro Magnetic Telegraph*: *With the Reports of Congress şi a Description of All Telegraphs Known*, *Employing Electricity Or Galvanism*, Philadelphia, Lea & Blanchard, 1847.

Ver du, Sergio, “Fifty Years of Shannon Theory”, *IEEE Transactions on Information Theory* 44, nr. 6 *I* 1998, pp. 2057-2078.

Vincent, David, *Literacy and Popular Culture*: *England 1750-1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980.

Virilio, Paul, *The Information Bomb*, traducere de Chris Turner, Londra, Verso, 2000.

von Baeyer, Hans Christian, *Maxwell's Demon*: *Why Warmth Disperses and Time Passes*, New York, Random House, 1998.

von Baeyer, Hans Christian, *Information*: *The New Language of Science*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 2004.

von Foerster, Heinz, *Cybernetics*: *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems*:

Transactions of the Seventh Conference, *March 23-24*, *1950*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1951.

von Foerster, Heinz, *Cybernetics*: *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems*: *Transactions of the Seventh Conference*, *March 15-16*, *1951*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1952.

von Foerster, Heinz, "Interview with Stefano Franchi, Güven Güzeldere şi Eric Minch", *Stanford Humanities Review* 4, nr. 2 / 1995. Disponibil online la http://www.stanford. edu/group/ SHR/4-2/ text/interviewvonf. html.

von Neumann, John, *The Computer and the Brain*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1958.

von Neumann, John, *Collected Works*, Vols. l-6, Oxford, Pergamon Press, 1961.

Vulpiani, A. şi Roberto Livi, *The Kolmogorov Legacy in Physics*: *A Century of Turbulence and Complexity*, Lecture Notes in *Physics*, nr. 642, Berlin, Springer, 2003.

Waldrop, M. Mitchell, "Reluctant Father of the Digital Age", *Technology Review*, iulie-august 2001, pp. 64-71.

Wang Hao, "Some Facts About Kurt Gödel", *Journal of Symbolic Logic* 46 / 1981, pp. 653-659.

Watson, David L., "Biological Prganization", *Quarterly Review of Biology 6*, nr. 2 / 1931, pp. 143-166.

Watson, James D., *The Double Helix*, New York, Atheneum, 1968.

Watson, James D., *Genes*, *Girls şi Gamow*: *After the Double Helix*, New York, Knopf, 2002.

Watson, James D., *Molecular Models of Life*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Watson, James D. şi Francis Crick, "A Structure forDeoxyribose Nucleic Acid", *Nature* 171 / 1953, p. 737.

Watson, James D. şi Francis Crick, "Genetic Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid", *Nature* 171 / 1953, pp. 964-966.

Watts, Duncan J., “Networks, Dynamics şi the Small-World Phenomenon”, *American Journal of Sociology* 105, nr. 2 / 1999, pp. 493-527.
Watts, Duncan J., *Small Worlds*: *The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1999.
Watts, Duncan J., *Six Degrees*: *The Science of a Connected Age*, New York, Norton, 2003.
Watts, Duncan J. şi Steven H. Strogatz, “Collective Dynamics of «Small-World» Networks”, *Nature* 393 / 1998, pp. 440-442.
Weaver, Warren, “The Mathematics of Communication”, *Scientific American* 181, nr. 1 / 1949, pp. 11-15.
Wells, H.G., *World Brain*, Londra, Methuen, 1938.
Wells, H.G., *A Short History of the World*, San Diego, Book Tree, 2000.
Wheeler, John Archibald, “Information, Physics, Quantum: The Search for Links”, *Proceedings of the Third International Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics*, 1989, pp. 354-368.
Wheeler, John Archibald, *At Home in the Universe*. *Masters of Modern Physics*, vol, 9, New York, American Institute of Physics, 1994.
Wheeler, John Archibald şi Kenneth Ford, *Geons*, *Black Holes şi Quantum Foam*: *A Life in Physics*, New York, Norton, 1998.
Whitehead, Alfred North şi Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, Cambridge, Cambridge University Press, 1910.
Wiener, Norbert, *Cybernetics*: *Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, ediţia a doua, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961.
Wiener, Norbert, *I Am a Mathematician*: *The Later Life of a Prodigy*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1964.
Wiener, Philip P. (ed.)z *Leibniz Selection*, New York, Scribner's, 1951.

Wilkins, John, *Mercury*: *Or the Secret and Swift Messenger*. *Shewing*, *How a Man May With Privacy and Speed Communicate His Thoughts to a Friend At Any Distance*, ediţia a treia, Londra, John Nicholson, 1708.

Williams, Michael, *A History of Computing Technology*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1997.

Wilson, Geoffrey, *The Old Telegraph*, Londra, Phillimore, 1976. Winchester, Simon, *The Meaning of Everything*: *The Story of the Oxford English Dictionary*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Wisdom, J. O., "The Hypothesis of Cybernetics", *British Journal for the Philosophy of Science* 2, nr. 5 / 1951, pp. l-24.

Wittgenstein, Ludwig, *Philosophical Investigation*, traducere de G. E. M. Anscombe, New York, Macmillan, 1953.

Wittgenstein, Ludwig, *Remarks on the Foundations of Mathematics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1967.

Woodward, Kathleen, *The Myths of Information*: *Technology and Postindustrial Culture*, Madison, Wise., Coda Press, 1980.

Woolley, Benjamin, *The Bride of Science*: *Romance*, *Reason şi Byron's Daughter*, New York, McGraw-Hill, 1999.

Wynter, Andrew, "The Electric Telegraph", *Quarterly Review* 95 / 1854, pp. 118-164.

Wynter, Andrew, *Subtle Brains and Lissom Fingers*: *Being Some of the Chisel-Marks of Our Industrial and Scientific Progress*, Londra, Robert Hardwicke, 1863.

Yeo, Richard, "Reading Encyclopedias: Science and the Organization of Knowledge in British Dictionaries of Arts and Sciences, 1730-1850", *Isis* 82:1 / 1991, pp. 24-49.

Yeo, Richard, *Encyclopaedic Visions*: *Scientific Dictionaries and Enlightenment Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

Yockey, Hubert P., *Information Theory*, *Evolution şi the Origin of Life*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005.

Young, Peter, *Person to Person*: *The International Impact of the Telephone*, Cambridge, Granta, 1991.

Yourgrau, Palle, *A World Without Time*: *The Forgotten Legacy of Gödel and Einstein*, New York, Basic Books, 2005.

Yovits, Marshall C, George T. Jacobi şi Gordon D. Goldstein (*editori*) *Self-Organizing System*, Washington D.C., Spartan, 1962.

Tiparul executat la *Graficprint* www.graficprint.eu e-mail: comenzi@graficprint.eu

* Sensul este traductibil în româneşte - forma oraculară şi rimată, nu; în limba română nu există un echivalent al pronumelui impersonal “it” din limba engleză (sau “es” din limba germană), subiectul obligatoriu în propoziţiile care descriu fenomene, procese, evenimente ce se petrec independent de voinţa unei persoane: “*it* rains”, “*it* snows”, “*it* happens” - ceea ce noi spunem prin eludarea subiectului (permisă în limba română, dar nu şi în limba engleză): “plouă”, “ninge”, “seîntâmplă”. Acel “se” impersonal este cel mai aproape de “it” şi de sensul propoziţiei lui Wheeler: *ceva* care este sau are loc. Prin urmare, traducerea cea mai fidelă ar fi, cred, “ceva din bit”, cu sensul mai precis de “orice provine din bit” (n.t.).